

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Министерство образования и науки Нижегородской области  
Ассоциация инженерного образования России  
Ассоциация технических университетов  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева»

## **БУДУЩЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ НАУКИ**

---

---

*Сборник материалов  
XXII Всероссийской молодежной  
научно-технической конференции,  
посвященной 125-летию  
основания Нижегородского государственного  
технического университета им. Р.Е. Алексеева*

---

---

*Нижний Новгород, 24-26 мая 2023 г.*

Нижний Новгород 2023

УДК 62  
ББК 30  
Б 903

**Будущее технической науки:** сборник материалов XXII Всероссийской молодежной научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2023. – 817 с.

В тезисах докладов излагаются актуальные вопросы развития научно-исследовательских, опытно-конструкторских разработок в различных отраслях промышленности, а также представлена их реализация в рамках молодежных инновационных проектов. Рассматриваются вопросы транспорта, машиностроения, приборостроения, материаловедения, электро- и ядерной энергетики, химии и химических технологий, радиоэлектроники и информационных технологий, а также социально-экономические и философско-методологические проблемы технической науки и инженерного творчества.

### **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

**А.А. Куркин** (председатель), **В.В. Беляков** (ответственный секретарь конференции),  
**К.О. Гончаров**, **А.Б. Дарьенков**, **М.А. Легчанов**, **Р.Ш. Бедретдинов**, **А.Е. Жуков**,  
**О.А. Казанцев**, **В.П. Хранилов**, **Н.А. Мурашова**, **Ю.М. Лукьянова**,  
**М.В. Кангин**, **Т.Л. Михайлова**, **В.И. Казакова**

ISBN 978-5-502-01678-0

© Нижегородский государственный  
технический университет  
им. Р.Е. Алексеева, 2023

Оргкомитет XXII Всероссийской молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки», посвященной 125-летию Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, приветствует всех участников в стенах Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. Конференция ежегодно собирает для обмена опытом сотни молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов.

XXII Всероссийская молодежная научно-техническая конференция «Будущее технической науки» в 2023 г. посвящена 125-летию Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. Университет учрежден декретом от 8 июня 1898 года как Варшавский Политехнический Институт Императора Николая II. В 1917 году уже на нижегородской земле университет преобразован в Нижегородский политехнический институт.

Исторический путь технического университета связан с достижениями советской и российской научной школы, открытиями и прорывами, с великими именами инженеров и ученых. Это и легендарные конструкторы – выпускники НГТУ - Р.Е. Алексеев, И.И. Африкантов, ученые и изобретатели - почетный полярник СССР А.Ф. Николаев, создатель бескомпрессорного дизельного двигателя Г.В. Тринклер, создатель боевых аэросаней В.М. Веселовский, специалист в области атомного энергомашиностроения Ф.М. Митенков и многих других. Для современных студентов и молодых ученых их трудовой путь, трудолюбие, методики решения инженерных задач являются примером.

Конференция проводится в рамках реализации Программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030». В 2021 году НГТУ им. Р.Е. Алексеева вошел в перечень вузов, отобранных для участия в программе «Приоритет 2030» как в базовой части конкурса, так и в специальной по треку «Территориальное и (или) отраслевое лидерство». В рамках стратегии развития открываются новые молодежные научно-исследовательские лаборатории, создаются проектные команды, участвующие в исследованиях мирового уровня, трансформируется университет. В 2022 года НГТУ вошел в число вузов-победителей, отобранных для реализации Федерального проекта «Передовые инженерные школы». В НГТУ открылась Передовая инженерная школа атомного машиностроения и систем высокой плотности энергии для опережающей подготовки инженерных кадров.

Конференция является одним из ключевых мероприятий реализации научной и молодежной политики университета, способствует выявлению и поддержке талантливых студентов, закреплению научных кадров в НГТУ, играет важную роль в профориентационной работе, проводимой в рамках образовательной политики вуза.

Конференция «Будущее технической науки» организована с целью содействия творческой и профессиональной деятельности молодых ученых. Она создает уникальные условия для практического осуществления программ подготовки и закрепления молодых научно-технических кадров, являясь реальным средством поддержки и реализации их инициатив.

Программа «УМНИК», организованная Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, помогает начинающему исследователю перейти от анализа заимствованного опыта к осмыслению практической востребованности собственных идей. «Участие в конкурсе по программе «УМНИК» реализуется в рамках Международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки» с 2007 г.

Развитие научных идей, систематизация практического материала и интеграция молодых ученых из различных научных центров и промышленных предприятий невозможны без обмена опытом, что предполагает формирование коммуникативного пространства. Мы надеемся, что нынешняя конференция станет одним из этапов, способствующих объединению и творческому развитию научно-технической молодежи, расширению научного кругозора каждого участника, и поможет проникнуться духом научного открытия и осознания ценности научной коммуникации, что позволит в будущем занять достойное место в научном обществе среди именитых деятелей образования, науки и производства.

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>История науки и техники в лицах</b> .....	5
<b>1. Радиоэлектроника и информационные технологии</b> .....	20
1.1. Радиоэлектронные системы и устройства. ....	20
1.2. Конструирование и технология радиоэлектронной аппаратуры. ....	42
1.3. Телекоммуникации. ....	67
1.4. Информационные технологии. ....	83
1.5. Техническая кибернетика .....	114
<b>2. Электроэнергетика</b> .....	141
2.1. Автоматизация систем электрооборудования. ....	141
2.2. Эффективность систем электроэнергетики. ....	161
2.3. Преобразователи параметров электрической энергии.....	178
<b>3. Машиностроение</b> .....	186
<b>4. Наземные транспортные средства и транспортно-технологические комплексы</b> .....	241
4.1. Конструирование наземных транспортных средств.....	241
4.2. Эксплуатация наземных транспортных средств.....	249
4.3. Автотракторные двигатели внутреннего сгорания.....	369
4.4. Строительные и дорожные машины. ....	374
4.5. Системы трубопроводного транспорта .....	391
<b>5. Морская, авиационная техника и кораблестроение</b> .....	395
5.1. Кораблестроение и авиационная техника. ....	395
5.2. Энергетические установки. ....	420
5.3. Прочность, надежность и ресурс конструкции. ....	427
<b>6. Материаловедение, металлургия и заготовительные производства машиностроения</b> .....	429
6.1. Материаловедение. ....	429
6.2. Металлургия и заготовительные производства машиностроения .....	472
<b>7. Физика ядерных и волновых процессов, технологии установок</b> .....	497
7.1. Ядерная энергетика. ....	497
7.2. Физика волновых процессов. ....	541
<b>8. Медицинская инженерия и биотехнология</b> .....	559
8.1. Медицинская инженерия .....	559
8.2. Промышленная биотехнология и биоинженерия. ....	562
<b>9. Химия, химические технологии и нанотехнологии</b> .....	573
<b>10. Приборостроение и автоматизация технологических процессов</b> .....	616
<b>11. Экономика, менеджмент и инновации</b> .....	642
11.1. Экономика, менеджмент и инновации. ....	642
11.2. Документ, источник, текст: горизонты современных исследований. ....	665
<b>12. Математическое моделирование геофизических процессов</b> .....	676
<b>13. Научное общество учащихся</b> .....	688
<b>14. Коммерциализация инновационных проектов (УМНИК)</b> .....	718
<b>15. Философско-методологические проблемы технoзнания</b> .....	760
<b>16. Студенческие инженерные проекты</b> .....	786

---

---

# ПРОМЫШЛЕННЫЙ НИЖНИЙ. ИСТОРИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ В ЛИЦАХ

---

УДК 174.8

МАКАРОВА Т.В., ВЕЛЬДЮХОВА И.Н.

## АТОМНЫЙ ПЕРВОПРОХОДЕЦ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современное общество зиждется на развитии технологий. Развитие по определению является переходом от одного качественного состояния к другому, поэтому, когда появляется возможность выйти на новый качественный уровень, человечество рано или поздно её использует. На протяжении тысячелетий эти переходы происходили медленно и скорее «поздно», но всё изменилось с началом научно-технической революции. Ещё Ф. Энгельс и В. И. Вернадский отмечали высокие темпы роста объёма научных знаний [1]. По мнению некоторых современных исследователей, имеет место «экспоненциальный закон развития науки», проявляющийся в соответствующем увеличении числа научных работников, организаций и публикаций, а вместе с ними и технических изобретений и наработок, высокотехнологичных промышленных производств [1]. С развитием технической деятельности человечество неминуемо сталкивается с новыми проблемами.

Наряду со всеми благами которые наука и техника уже принесли в современный мир, такие как, например, победа над массовым голодом, доступность базового уровня медицинской помощи и образования, снижение детской смертности, повышение продолжительности жизни, недопустимо закрывать глаза на вклад технологий в развитие кризисов: разрушение и изменение природы (экологический кризис), изменение и разрушение человека (антропологический кризис) и неконтролируемые изменения второй и третьей природы — деятельности, организаций, социальных инфраструктур (кризис развития). Перед нами проблема: как контролировать техническую деятельность, чтобы противостоять кризисам, а ещё лучше, их избегать? Определение направления человеческой деятельности в отношении краткосрочных и долгосрочных целей и трезвая оценка человеческих возможностей относятся к назначениям философии. Проблемы эти очень объёмные, комплексные и решаться должны соответствующим образом на всех уровнях. На одном из этих уровней стоит вопрос: каким должен быть человек, занимающийся технической деятельностью?

Люди – существа примера. Нам требуется яркий положительный образ, на который мы будем ориентироваться на нашем жизненном пути и к которому будем обращаться в трудные моменты. Более того, даже в современном мире приведение примера какого-либо явления или качества зачастую принимается с гораздо большим доверием и благосклонностью, чем любые логические доводы. Поэтому и в описании человека, занимающегося технической деятельностью будет полезно обратиться к живым примерам людей, проявивших себя как наидостойнейших представителей нашего вида, стоящих на передовой технического прогресса. Одним из таких людей был наш земляк, Игорь Иванович Африкантов.

Игорь Иванович – конструктор первой в мире ядерной силовой установки для ледокола, основатель физико-технического факультета Горьковского политехнического института, а также человек, добившийся выделения Опытно-конструкторского бюро из состава Горьковского машиностроительного завода №92 в качестве самостоятельного

предприятия и создания на его базе научно-исследовательской лаборатории [2,6,7]. Ледокол «Ленин» пробыл в строю морского флота СССР тридцать лет, физико-технический факультет ныне является институтом ядерной энергетики и технической физики в составе Нижегородского государственного технического университета и продолжает выпускать кадры энергетического и ядерного профиля, а Опытно-конструкторское бюро машиностроения носит имя своего создателя Африкантова и занимается конструкторскими разработками и научными исследованиями в сфере ядерных энергетических установок [3,7]. Деятельность «ОКБМ Африкантов» обеспечивает передовое положение России в сфере ядерной энергетики, примерно на пятнадцать лет опережающей весь остальной мир [6]. Всё это – трудовые достижения этого выдающегося человека.

Что же касается самой личности Игоря Ивановича, то и здесь он выделялся среди большинства людей. Он родился в семье сельских учителей, что, вероятно, повлияло на мальчика – с ранних лет в нём отмечалась неуёмная тяга к знаниям и техническим наукам [4]. Университетские товарищи прозвали его «Архимедом» за его увлечения машиностроением, черчением и прочими активностями в свободное от учёбы время [5,6]. Что примечательно, Африкантов стал вторым «Архимедом» после Ивана Петровича Кулибина, тоже нижегородца. За три года работы на Сталинградском строительном заводе №254 он от рядового инженера-конструктора дорос до ответственного сдатчика судов, за тринадцать лет на Горьковском машиностроительном заводе – от начальника отделения до начальника и главного конструктора всего завода [4,6,7]. Все, кто был с ним знаком, отзывались о нём не только как о превосходном инженере, но и как о потрясающем руководителе, всеми душой и телом горящем за своё дело и своих сотрудников.

О.Б. Самойлов, главный конструктор активных зон ОКБМ Африкантов, вспоминает об Игоре Ивановиче как о талантливом конструкторе и очень успешном организаторе, в котором удачно сочетались эти два уникальных качества. По словам Самойлова, это был очень обаятельный, вызывающий симпатию и располагающий к себе человек. Как руководитель, он был склонен к коллективизму и всегда прислушивался к мнениям коллег, хотя окончательное решение, как на войне, всегда принималось им одним. Он был очень требовательным начальником, воспитывал в своих сотрудниках высокую культуру труда и чувство ответственности по отношению к работе. Игорь Иванович понимал, что в новом деле неудачи неизбежны, поэтому мужественно переживал чужие ошибки, понимая, что несёт за них часть ответственности. Он всегда был нацелен на результат и во всех своих подчинённых воспитывал то же стремление – работали «на железо», как говорилось в ОКБМ [5,6,8].

Ф.М. Митенков, ставший преемником Африкантова на посту руководителя предприятия, рассказывал, что у Игоря Ивановича было сильно развито чувство нового. Когда он давал кому-то задание разобраться в новой теме и сотрудник возвращался с результатами, заимствованными у кого-то или ссылающимися на некий авторитет, то он задавал вопрос: «А вы сами как думаете?». Таким образом он приучал своих коллег мыслить самостоятельно. Африкантов утверждал: «Хорошему конструктору крайне необходимо знать историю, прошлое, но при этом следует помнить, что прошлое не исчерпывает всех возможностей, в противном случае достигнутое не развивалось бы» [5,6,8].

Ю.К. Панов, выпускник политеха, писавший дипломную работу под руководством Африкантова и приглашённый им в ОКБМ, особенно отмечал заботу этого человека о своих сотрудниках. Африкантов построил три детских сада, базу отдыха, санитарную часть с поликлиникой и стационаром, строил многоквартирные дома для рабочих. Панов рассказывает про случай, когда Игорь Иванович специально поехал в Москву, чтобы добиться операции для сотрудника, у которого обнаружили саркому лимфоузлов. Благодаря операции этот человек смог прожить ещё пятьдесят лет [6].

В.С. Ручин, административный сотрудник ОКБМ, отметил, что в общении его руководитель был простой, культурный и воспитанный человек, хорошо относившийся к молодёжи и вообще к людям. На предприятии он сформировал команду единомышленников,

в которой царили доброжелательность и снисходительность к индивидуальным особенностям коллег. [6]

Ну и наконец, В.В. Петрунин, первый заместитель директора-главного конструктора ОКБМ, отмечает то, что также было сказано многими другими: Игорь Иванович понимал, что для решения глобальных задач конструкторскому бюро было мало места в составе машиностроительного завода. Поэтому этот удивительный человек не пожалел сил, чтобы добиться самостоятельности для вверенного ему бюро. Отвечая на вопрос журналистов о том, являлся ли Африкантов «человеком, опередившим время», Петрунин сказал очень правильные слова: «Он жил именно в то время и в том месте, где он реализовался. Великое счастье выпадает тому человеку, чьи идеи и мысли совпали с востребованностью государства и были реализованы. Игорь Иванович как раз совпал со временем» [6,8].

В наше время очень не хватает таких людей, как Африкантов. Конъюнктура современного рынка диктует определённые правила, по которым приходится играть и государствам, и учёным сообществам, и производящим компаниям. В этой игре участники, занимающие руководящие должности, к сожалению, часто забывают о важности людей и об ответственности. Игорь Иванович понимал – здоровое общество строится на здоровом отношении людей друг к другу и к собственному труду и только в атмосфере взаимного уважения и помощи, а также осознанного подхода к труду человечество сможет процветать.

### ***Библиографический список***

1. Технологическая сингулярность // Википедия. — URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Технологическая\\_сингулярность](https://ru.wikipedia.org/wiki/Технологическая_сингулярность).
2. Александров А. П. Атомный ледокол "Ленин" / Александров А. П., Африкантов И. И. [и др.] // Атомная энергия. — М.: Академия наук Союза ССР, 1958. — С. 257-276.
3. Ленин (атомный ледокол) // Википедия. — URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ленин\\_\(атомный\\_ледокол\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ленин_(атомный_ледокол)).
4. Богуненко Н. Н., Пелипенко, Соснин Г. А. Герои атомного проекта / Богуненко Н. Н., Пелипенко, Соснин Г. А.— Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2005 — 566 с.
5. Воспоминания об И. И. Африкантове / Воспоминания ветеранов ОКБМ. Т. 6. — Нижний Новгород, 2011. — 136 с.
6. Никитина, И. Его звали «Архимед» // Ежемесячная газета НГТУ им. Р.Е.Алексеева «Политехник». – 2016. – №8. – 16 с.
7. Африкантов Игорь Иванович // РОСАТОМ. — URL: [http://www.biblioatom.ru/founders/afrikantov\\_igor\\_ivanovich/](http://www.biblioatom.ru/founders/afrikantov_igor_ivanovich/).
8. Нижегородский Архимед. К столетию И.И. Африкантова (2016) // YouTube. — URL: <https://www.youtube.com/watch?v=JTzrsDn6Ngs>.

УДК 629.12(09)

МАКАРОВА Т.В., ШАБАНОВ А.А.

### **ОНИ ИЗМЕНИЛИ МИР**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Человек всегда использовал воду для перемещения. С самых древних времен он стремился улучшить средства передвижения и обеспечить более быстрое, безопасное и удобное перемещение по водным пространствам. Ростислав Евгеньевич Алексеев стал одним из таких людей, которые внесли значительный вклад в развитие технологий судостроения, авиации и транспорта. Его прорывные суда, пройдя этап бурного развития с 1957 до 1980, начиная с 90-х годов XX века из-за экономической ситуации в нашей стране оказались

неактуальны, и, только в последнее десятилетие, конструкторские разработки Ростислава Евгеньевича получают должное признание, что подтверждается количеством произведённых и тестируемых экранопланов и судов на подводных крыльях [1][2].

Ростислав Евгеньевич Алексеев (18 декабря 1916 - 9 февраля 1980) – советский конструктор-кораблестроитель, создатель судов на подводных крыльях (СПК), экранолётов и экранопланов. Глава Центрального конструкторского бюро по судам на подводных крыльях. Родился в Новозыбкове (ныне Брянской области), окончил начальную школу в этом городе, в 1933 году вместе с семьёй переехал в город Горький (Нижний Новгород). В 1935 году поступил в Горьковский индустриальный институт имени Жданова (сейчас НГТУ им. Р. Е. Алексеева) и в 1941 году защитил дипломную работу «Глиссер на подводных крыльях».

В 1943 году Алексеев, работая контролёром на производстве танков Т-34 на заводе «Красное Сормово», параллельно, уделяя этому от 2 до 3 часов в сутки, создаёт первый катер на подводных крыльях «А-4». Испытания проходят успешно, и Ростислава Евгеньевича назначают руководителем научно-исследовательской гидролаборатории завода. В 1945 году, после демонстрации наркомату судостроительной промышленности нового, способного разогнаться до 85 км/ч, катера «А-5», конструкторское бюро получает заказ поставить «на крыло» серийный ракетный катер проекта 123. При разработке этого катера стала особо заметна проблема несовместимости формы классических глиссирующих обводов катера с работой подводных крыльев в переходном режиме. Также, на этом катере в 1950-х, после длительных теоретических и экспериментальных исследований, впервые применяется профиль малопогружных крыльев с высоким гидродинамическим качеством, так называемый «вогнуто-выгнутый профиль» – такие крылья применяются на судах с подводными крыльями по сей день [3].

Разработка военной техники накладывает ряд ограничений на конструкторов – в частности, их технические разработки становятся секретными материалами и их не так легко вывести из этого статуса и применить на гражданской технике. И, тем не менее, все мы знаем пассажирские суда на подводных крыльях – «Ракета», «Метеор», «Буревестник» и другие. Появлением гражданских судов мы обязаны инициативности Ростислава Евгеньевича. После испытаний катера «А-5» в 1945 году он предложил руководству разработку пассажирского судна, но идея была отвергнута под предлогом секретности. С 1949 года Алексеев по собственной инициативе разрабатывает проект пассажирского судна «А-9» вместимостью 60 человек и способный ходить на скорости до 60 км/ч. Успешность идеи подтверждается самоходным макетом судна, а сам проект постоянно совершенствуется за счёт конструкторских решений, применяемых при разработке военных катеров. Несмотря на прогрессивность технологии Министерство судостроительной промышленности не разрешало постройку пассажирского судна. Но Алексеев смог заинтересовать проектом министра речной промышленности, с помощью Минречфлота вошёл в оргкомитет VI Всемирного фестиваля молодёжи и студентов в Москве, пообещав представить новое «транспортное чудо» на фестивале. В итоге, с помощью финансирования Минречфлота, в авральном режиме, всего за год (работы начались в 1956 году, а спуск на воду 8 мая 1957) завод «Красное Сормово» смог произвести теплоход «Ракета». Судно имело небывалый успех – оно разгонялось до 60км/ч, а на борту за время фестиваля побывали журналисты, руководители партии, иностранные гости и участники форума. После ходовых испытаний на маршруте Горький-Казань «Ракета» была допущена к серийному производству. Сам же Ростислав Евгеньевич в 1958 становится начальником и главным конструктором Центрального Конструкторского Бюро по судам на подводных крыльях.

Так началась история судов на подводных крыльях, разработанных Р. Е. Алексеевым. Без сомнения, это была прорывная технология, сочетавшая теоретическую базу, позволившую рассчитать оптимальную форму крыльев, подкрепляющие и дополняющие теорию практические эксперименты и натурные испытания, разработки в области материаловедения и, конечно, упорный труд. Суда на подводных крыльях пользовались большой популярностью не только из-за инновационного способа перемещения, но и за счёт



малой развитости дорожной сети вдоль рек и скоростных характеристик сравнимых с колёсным транспортом того времени.

А что происходит с судами на подводных крыльях сейчас? На ЦКБ по СПК им. Р. Е. Алексеева выпускают СПК «Валдай-45Р» - речное судно на 45 человек. Основные поставки приходится на перевозки в Ямало-Ненецком автономном округе, где водный транспорт – единственный метод перемещения, и скоростные суда приходится как нельзя кстати. Также СПК выполняют рекреационную функцию – это прогулочные и туристические суда повышенной вместимости («Метеор-120Р») в Санкт-Петербурге. И третья модель современного судна на подводных крыльях, находящаяся в эксплуатации – «Комета-120М». Она совершает рейсы между Ялтой и Севастополем. Какое будущее у судов на подводных крыльях? Сложно сказать, для успешной работы таким судам необходима инфраструктура и стабильный пассажиропоток. Наиболее оптимальными кажутся уже существующие практики применения СПК: использование в условиях северных рек, где просто нет автомобильного сообщения и туристическая функция в водных столицах – в северной речной (Санкт-Петербург) и южной морской (Крым). Тем не менее, технологии, использованные в проекте судов на подводных крыльях, продолжают развиваться и находят применение в других областях, таких как гидроавиация и подводные аппараты. Возможно, в будущем суда на подводных крыльях найдут новые применения и станут более широко используемыми в транспортной индустрии.

Это только одно из крупных технических достижений Ростислава Евгеньевича, второе его детище – экраноплан – тесно связано с разработкой судов на подводных крыльях. Суда на подводных крыльях при разгоне поднимаются на крыльях над уровнем воды, снижают сопротивление воды и от этого двигаются всё быстрее, одновременно снижая потребление топлива. Но невозможно разогнаться бесконечно, в какой-то момент, на скорости около 90 км/ч крыло начинает рассекают воду настолько быстро, что вода на поверхности крыла в зоне низкого давления буквально закипает и при выносе на кромку крыла происходит явление кавитации – схлопывания пузырьков воздуха, что влечёт за собой разрушение поверхности крыла [4]. Полностью избежать этой проблемы можно только полностью оторвавшись от воды, то есть судно должно полететь – примерно так родилась идея нового вида транспорта – Экраноплана.

Экраноплан поистине уникальное транспортное средство. Во-первых, он энергетически эффективен – судно как бы «опирается» на воздушную подушку между крыльями и поверхностью воды. Во-вторых, экранопланы заполняют уникальную скоростную нишу – от 100 до 700 км/ч – быстрее чем СПК, но медленнее авиации. В-третьих, амфибийность – экраноплану практически не требуется инфраструктура. Первый экраноплан «СМ-1» (Самоходная модель) поднялся над поверхностью воды в июне 1961 года в условиях секретности – всё же это абсолютно невиданное транспортное средство с привлекательными для военного применения характеристиками. Спустя ещё 8 самоходных моделей, в 1964 году, в ЦКБ по СПК поступило техническое задание на разработку гигантского экраноплана массой 450 тонн. Он должен был взлетать и садиться на поверхность волн 2-2.5м, летать со скоростью 450 км/ч на высоте около 10 м и нести на себе средства противолодочной обороны (ПЛЮ). Этот экраноплан проекта впоследствии зарубежные СМИ назовут Каспийский монстр, но изначально его шифр «КМ» означал Корабль-макет поскольку при закладке судна не предполагалась установка противолодочного вооружения [5]. Впервые взлетел этот экраноплан в июне 1966 года в Чкаловске, став, при массе около 500 тонн самым тяжелым летательным аппаратом в мире. К сожалению, этот экраноплан затонул в 1980 году на Каспии при проведении испытаний.

Существует несколько причин, почему экранопланы не стали массовым транспортным средством. Во-первых, они требуют больших площадей для взлета и посадки, что ограничивает их использование в городских условиях. Во-вторых, высокая скорость движения экранопланов создает серьезные проблемы с безопасностью, особенно в случае

аварии. В-третьих, экономические аспекты использования экранопланов, включая стоимость эксплуатации и техническое обслуживание, также ограничивают их применение.

Есть ли у экранопланов будущее? Я считаю, будущее экранопланов проекта Ростислава Алексеева может быть связано с их применением в нишевых областях и сферах, где их уникальные возможности могут быть наиболее эффективно использованы. Например, для грузовых и пассажирских перевозок на мелководье, а также для спасательных работ и других специализированных задач.

В заключение можно сказать, что Ростислав Алексеев был выдающимся инженером и изобретателем, чьи труды и достижения сыграли значительную роль в индустрии скоростного судоходства. Изобретения Ростислава Алексеева не только ускорили развитие технологий и промышленности, но и способствовали улучшению качества жизни людей по всему миру. Его научные и технические достижения продолжают вдохновлять новые поколения и являются ярким примером того, как один человек может изменить мир.

### ***Библиографический список***

1. На Онежском озере начались испытания российского экраноплана «Орион-25». [Электронный ресурс]. - <https://www.ixbt.com/news/2023/02/17/25-30-3-6.html>
2. Волга ждет свой «Метеор» // Коммерсантъ.[Электронный ресурс] - <https://www.kommersant.ru/doc/5368541>
3. Дементьев В.А. Идеи Р.Е. Алексеева на службе Отечеству // Вестник научно-технического развития. – 2018. – №. 6. – С. 23-54.
4. Грибов К.В., Федорев Г.А. Скоростные суда на крыльях для Дальневосточного бассейна (обзор) // Вестник ИШ ДВФУ. 2017. №1 (30). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/skorostnye-suda-na-krylyah-dlya-dalnevostochnogo-basseyna-obzor> (дата обращения: 26.04.2023).
5. Кирилловых В.Н., Беляев А.А., Салахова О.В. История ЦКБ по судам на подводных крыльях им.Р.Е. Алексеева. Боевые экранопланы конструктора Алексеева / Кирилловых В.Н., Беляев А.А., Салахова О.В – Нижний Новгород: Кварц, 2021. - 304 с.
6. Иванов А.В., Логинов В.Ф. Корабелы в пятом океане / Иванов А.В., Логинов В.Ф. – Нижний Новгород: Кварц, 2011. - 368 с.

УДК 378.1

ПОПОВА Ю.А., ФЕДОТОВ О.В.

## **СТАНОВЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УНИВЕРСИТЕТЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В 1935 году приказом директора Горьковского инженерного института П.А. Тюркина (№ 203 от 07.06.35) организована кафедра «Организация и планирование производства», которой поручалось осуществлять организационно-экономическую и управленческую подготовку будущих специалистов для всех факультетов и специальностей.

В составе кафедр формировались группы преподавателей (секции), осуществляющие подготовку студентов с учетом специфики специальностей. Были и секции, осуществляющие учебный процесс в области электроэнергетики, металлургии и судостроении.

Одной из таких секций стала группа преподавателей, ведущих подготовку специалистов на электротехническом факультете (в настоящее время образовательно-научный институт электроэнергетики – ИНЭЛ), которую возглавил пришедший на кафедру в 1954 г. с предприятия «Красная Этна» инженер-электрик, канд. техн. наук Лев Моисеевич Зельцбург (13.05.1913-19.03.2000 гг.).

Л.М. Зельцбург родился в г.Н.Новгороде, учился во Франции, в совершенстве владея французским языком, окончил «ШКОЛУ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА И МЕХАНИКИ» (период обучения 7.10.1929-10.07.1933), успешно защитил диплом инженера электротехника-механика. По окончании учебы и защиты диплома он возвращается в г. Горький.

Второй диплом инженера-электрика Лев Моисеевич получил в Ленинградском электротехническом институте (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»), обучаясь как специалист по сокращенной программе, подтверждая звание инженера-электрика.

Работая энергетиком цеха холодной прокатки ленты на предприятии «Красная Этна», Лев Моисеевич много внимания уделял совершенствованию электрооборудования цеха, был известным рационализатором и имел авторские свидетельства на изобретения. Одно из таких изобретений стало темой его диссертационной работы, выполненной под руководством профессора МЭИ (Национальный исследовательский университет «МЭИ») Д.П. Морозова, учебники которого содержали основы классической теории электропривода, а потому и сегодня являются настольными книгами студентов, инженеров и научных работников. Защита диссертационной работы Зельцбурга Л.М. прошла в МЭИ в 1952 г.

Активная жизненная позиция Л.М. Зельцбурга способствовала активизации учебно-методической работы преподавателей. Он публикует научные результаты своих исследований, разрабатывает учебные программы, методические указания к лекциям и практическим занятиям, а также указания к выполнению организационно-экономической части дипломных работ/проектов для всех существовавших на тот период специальностей, которые публикуются типографией института. В 1966 и 1973 гг. в центральных издательствах выходят учебное пособие и учебник, имеющие гриф - «Допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР для студентов вузов, обучающихся по специальности «Электроснабжение промышленных предприятий, городов и сельского хозяйства», которые не потеряли своей актуальности и в настоящее время при подготовке бакалавров, магистров и специалистов. Осуществляет публикации в соавторстве с преподавателями из других секций кафедры [1].

В 70-х годах Льву Моисеевичу, как пионеру прикладного экономического образования будущих инженеров-энергетиков/электриков, поручается руководить кафедрой, присваивается звание профессора. Лев Моисеевич активно делится своим опытом с вновь принимаемыми сотрудниками в университет и на кафедре.

Осуществляя учебно-методическую работу, Л.М. Зельцбург одновременно проводит и научно-исследовательские работы в области электроэнергетики и электротехники, является членом технических советов отраслевых институтов «Электропроект», «Верхневолгаэлектромонтаж». Заключаются хозяйственные договоры с предприятиями и научными организациями, а также выполняются заказ-наряды на проведение работ по оценкам эффективности использования, как самого электрооборудования на всех этапах его жизненного цикла, так и по оценкам экономии всех видов ресурсов, потребляемых электрооборудованием. Регулярно публикует научные работы в центральных журналах, в частности, «Экономика и математические методы», «Промышленная энергетика» и др., которые широко обсуждаются научной общественностью. К научной работе Лев Моисеевич активно привлекал студентов, некоторые из которых в дальнейшем защитили диссертации. Разработанные научные подходы к определению экономических оценок нашли применение и в определении областей эффективности различных электротехнических комплексов и систем в задачах выбора из возможных альтернатив технических решений. Такие работы выполнялись и осуществляются сейчас в различных диссертационных работах на соискание ученой степени доктора/кандидата наук по научной специальности 020402 - «Электротехнические комплексы и системы» в различных научных школах. Производственная деятельность, основополагающие методические и научные работы Лева Моисеевича отражена в [2].

Вся научная и педагогическая работа Александра Алексеевича Лебедева (рис. 1) была связана с металлургической промышленностью и экономическими оценками выпускаемой этой отраслью продукции. Методические аспекты этих работ нашли отражения в [3, 4].



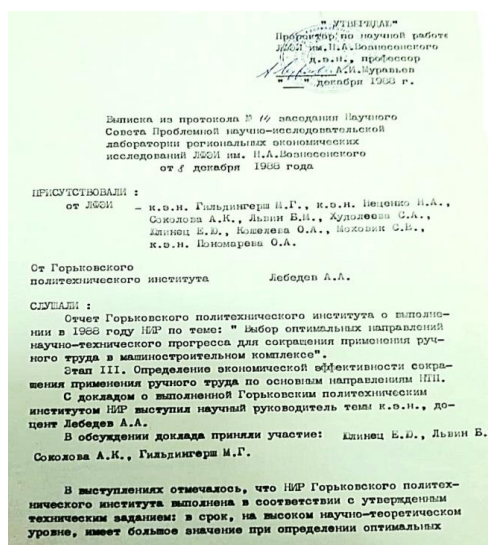
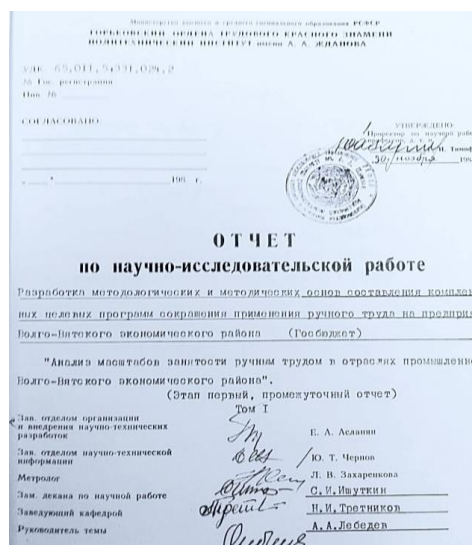
Рис. 1. Диплом кандидата экономических наук

Однако в силу требований времени, Александру Алексеевичу поручается руководство госбюджетной научной работой «Целевая комплексная программа "РОССИЯ"», посвященной сокращению ручного труда. Научная программа выполнялась под руководством СПбГЭУ в соответствии с планом Госкомитета по науке и технике РФ и охватывала все области ныне Приволжского Федерального Округа (ПФО) за период 1982-1988 гг. (рис. 2).

В процессе выполнения различных этапов этой научной работы привлекались преподаватели кафедры.

Михаил Исаевич Лернер (рис. 3) являлся специалистом в области планирования судостроительного производства и себестоимости судов.

Лернер М.И. длительное время работал на предприятии «Красное Сормово» и как специалист издавал учебные пособия, имевшие гриф «Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР», в которых рассматривались методические аспекты оценок в судостроительном производстве: себестоимость; планирование; планирование судостроительных заводов [5, 6].





направлений НИИ по сокращению занятости ручным трудом.

**ПОСТАНОВИЛИ:**

1. Утвердить научный отчет Горьковского политехнического института по теме: "Выбор оптимальных направлений научно-технического прогресса для сокращения применения ручного труда в машиностроительном комплексе". Этап III. Определение экономической эффективности сокращения применения ручного труда по основным направлениям НИИ.

2. В связи с тем, что работа в соответствии с техническим заданием выполнена полностью и досрочно, считаем целесообразным закрыть финансирование по данной теме.

3. Просим отметить добросовестную на высоком научном уровне работу руководителя темы – к.э.н., доцента Лебедева А.А.

Научный руководитель НИИЛ РЭИ д.э.н., проф.		Попов А.И.
Секретарь Ученого Совета НИИЛ РЭИ		Клинец Б.Б.

**Рис. 2. Госбюджетная научная работа «Целевая комплексная программа "РОССИЯ"»**



**Рис. 3. Лернер Михаил Исаевич**

***Библиографический список***

1. Зельцбург Л.М. Методы оценки экономической эффективности инженерных решений и научно-исследовательских работ [Текст]: науч.-метод. пособие для вузов / Л.М. Зельцбург, Ф.В. Жигулева, Н.А. Смирнов. – Горький, 1984. – 72 с.
2. Федоров О.В. Становление технико-экономического образования студентов ИНЭЛ [Текст] / О.В. Федоров // Актуальные проблемы электроэнергетики: сборник научно-технических статей, Нижний Новгород. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2017. – С. 93-98.
3. Управление строением отливок и слитков [Текст]: межвуз. сборник / А.А. Рыжиков [и др.]. – Горький: [Б.и.], 1984. - 164 с.
4. Повышение качества отливок и слитков [Текст]: межвуз. сборник. Вып. 1 / А.А. Рыжиков [и др.]. – Горький: [Б.и.], 1979. - 142 с.
5. Лернер М.И. Организация, планирование и экономика судостроительного производства [Текст]: учеб. пособие / М.И. Лернер. – Горький: [б. и.], 1974. – 170 с.

6. Лернер М.И. Качество судовых корпусных конструкций [Текст]: учеб. пособие для студ. кораблестроит. спец. / М.И. Лернер, В.В. Иванников. – Горький: [Б.и.], 1982. – 92 с.

УДК 929.5

РЯБОВА Е.Н.

## **ИВАН ПЛАТОНОВИЧ ГРАВЕ – ОДИН ИЗ СОЗДАТЕЛЕЙ ЛЕГЕНДАРНОЙ «КАТЮШИ»**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е.Алексеева.

В наши дни одним из самых важных факторов улучшения образования является знакомство с историей, биографией тех людей, которые внесли огромный вклад в какую-либо сферу деятельности. Ведь уделение на занятиях 5-7 минут рассказу о какой-либо выдающейся личности, об изобретении, которое изменило жизнь людей, не только расширяет кругозор студентов, но и делает изучение дисциплины более интересной, занимательной и познавательной.

Автором был разработан исторический электронный сайт с биографией Ивана Платоновича Граве.



**Рис 1. Иван Платонович Граве**

Иван Платонович Граве – русский основатель отечественной школы баллистики, профессор, доктор технических наук, Действительный Член Академии Артиллерийских наук, изобретатель ракет, начальник учебного отдела и начальник кафедры Артиллерийской академии РККА, полковник Российской императорской армии, Генерал-майор инженерно-технической службы. Родился он 13 ноября 1874 года в семье потомственного дворянина. Иван Платонович закончил несколько учебных заведений, с 1904 году стал преподавать в Михайловской артиллерийской академии. Будучи профессором, большое внимание на лекции уделял энергетике ракет. Написал диссертацию «Опыт теоретического исследования закона развития давлений при горении пороха в неизменяемом пространстве», которая была высоко оценена за рубежом.

Полковник И. П. Граве служил в Красной Армии. Два раза был арестован: первый раз по ложному обвинению за участие в «военно-фашистском заговоре», второй раз – по делу о мнимом заговоре в Главном артиллерийском управлении. Оба раза был освобожден. За время службы Иван Платонович получил много наград: орден Ленина, Отечественной войны 1 степени, Красной звезды, Красного знамени, Св. Станислава 2-ой степени (1908), Св. Анны

2-ой степени (1911), Св. Владимира 4-ой степени (1913) и многие другие награды Российской империи [1].

И.П. Граве внес огромный вклад в разработку боевых ракет. Именно он в 1915 году впервые решил проблему применения бездымного пороха в боевых ракетах, обратившись к Артиллерийскому комитету Главного артиллерийского управления с предложением создать боевую ракету собственной конструкции с новым форсовым составом на основе бездымного пороха [2]. Граве первый во всем мире запатентовал реактивное оружие. Он считается отцом знаменитой «Катюши».

До конца своих дней Иван Платонович продолжал исследования ракет. На склоне лет Граве писал: «Для житейского успеха не важно, учен ты или глуп, честен или жуликоват, трезвенник или выпивающий, знаешь ты несколько иностранных языков или ни одного, деликатен или груб, все это не важно. Важно, чтобы про тебя говорили: он свой парень. И горе тому, о ком говорили — он не наш! Ему ничего не простится и многое припишется». Граве все время давали понять, что он «не наш». Но ученый всегда верил, что «народу, не царю мы служим, и я ему долг уплатил, пока еще считался нужным, работая по мере сил» [3]. Умер он в 1960 году в Москве, прожив 85 лет.

Обратимся к содержанию сайта. Данный продукт состоит из нескольких страниц.

<b>Иван Платонович Граве</b> (25 ноября 1874 - 3 марта 1960) <i>"Если человек добивается успеха, то не благодаря кому бы то ни было, а вопреки всем" (Эдгар Хау)</i>							
<a href="#">Первые годы жизни, довоенная биография</a>	<a href="#">Военная биография</a>	<a href="#">Фотографии с И.П.Граве</a>	<a href="#">Награды</a>	<a href="#">Одно из самых высоких достижений</a>	<a href="#">Последние годы жизни</a>	<a href="#">Литература</a>	<a href="#">Тест</a>

Рис 2. Содержание сайта

На первой странице предлагается ознакомиться с содержанием данного продукта. Кликая по той или иной ссылке, можно перейти по страницам сайта. Всего электронный продукт состоит из восьми небольших разделов.

Перейдя по первой ссылке, читатель может познакомиться с первыми годами жизни И.П. Граве, с довоенной биографией. Нажав на вторую страницу, можно прочитать о военной биографии учёного. Следуя дальше по страницам, можно посмотреть различные фотографии с Иваном Платоновичем. Каждый снимок содержит небольшой комментарий. Также можно познакомиться со списком наград, которые получил Граве за свои выдающиеся заслуги, и посмотреть их.

Самая главная страница сайта - «Одно из самых высоких достижений», в котором представлен небольшой рассказ об изобретении Ивана Платоновича, его знаменитой «Катюше».

На сайте также представлена вкладка с источниками.

После ознакомления со всей информацией, читателю предлагается ответить на несколько тестовых вопросов, которые выпадают рандомно. Программа обрабатывает результаты и в зависимости от количества правильных ответов, предлагает завершить тестирование или же пройти его еще раз. Читатель может посмотреть повторно все страницы сайта, прочитать информацию, которая ему не запомнилась, а затем запустить тестирование повторно.

При создании сайта был использован язык разметки Web-документов HTML, средства оформления CSS, а для тестирующей программы - язык JavaScript. При оформлении были учтены рекомендации пособия [4].

Программный продукт прошел апробацию в нескольких студенческих группах АПИ НГТУ им Р.Е.Алексеева. Были внесены небольшие поправки, учтены замечания преподавателя и некоторые предложения студентов.

### *Библиографический список*

1. Граве Иван Платонович // Бессмертный полк. Москва – URL: <https://www.moypolk.ru/soldier/grave-ivan-platonovich> (дата обращения 24.04.23)/
2. **Кежаев, В.А.** Ретроспективный анализ теоретико-исторических аспектов разработки реактивных систем залпового огня. Становление теории боевых ракет / В.А. Кежаев // Известия РАН. – 2013. – Вып. 79. – С. 105-114.
3. **Грачев, А.** Отец «катюши» / А. Грачев // Родина. – №1. – 2003 – URL : [https://archive.is/20130126194849/www.istrodina.com/rodina\\_articul.php3?id=1090&n=23](https://archive.is/20130126194849/www.istrodina.com/rodina_articul.php3?id=1090&n=23) (дата обращения 24.04.23)/
4. **Пакшина, Н.А.** Введение в компьютерные технологии обучения: учеб. пособие. / Н.А. Пакшина – Нижний Новгород: НГТУ, 2010. – 199 с.

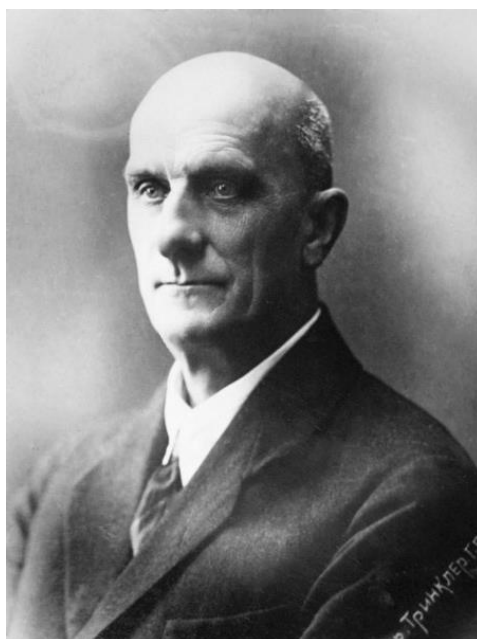
УДК 378

ШОРИНА Ю.Э, КРЮКОВА Е.Ю.

### **ТРИНКЛЕР ГУСТАВ ВАСИЛЬЕВИЧ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В Нижегородский университет вошли механический, химический и инженерно-строительный факультеты бывшего политехнического института. На них перешла основная часть студентов и преподавателей вуза. Университету была передана и его материальная база. Техническим факультетам, как и всему университету, не хватало помещений, учебных пособий и оборудования. Коллегия НГУ приняла решение о привлечении преподавателей бывшего Нижегородского политехнического института к работе в университете. В итоге основная масса преподавателей Нижегородского политехнического института приняла решение о переходе в университет.



**Рис.1. Тринклер Густав Васильевич (1876 - 1957 гг.)**

На технических факультетах университета работали квалифицированные инженеры нижегородских предприятий. В 1917 году еще в политехническом институте начал



преподавательскую деятельность один из ведущих специалистов Сормовского завода Г.В. Тринклер.

Родился в 1876 г. В 1894 г. поступил учиться на механическое отделение Петербургского технологического института, которое закончил с отличием в 1899 г.

Будучи студентом Санкт-Петербургского технологического института, Густав Тринклер начинает разрабатывать проект нового теплового двигателя, работающего на жидком углеродном топливе с воспламенением от сжатия.

Летом 1898 года при переходе на V курс института Тринклер завершил работу над проектом и был принят на Путиловский завод, где очень быстро начал строить первый в мире «бескомпрессорный нефтяной двигатель высокого давления», который он назвал «Тринклер-мотором». В течение 1898 года двигатель был построен, и в 1900 году начались его испытания. Результаты испытания «Тринклер-мотора», спроектированного, построенного и испытанного молодым русским инженером вызвали восхищение специалистов достигнутым блестящим результатом (КПД равен 29 %) и одновременно волну опасений русских и зарубежных производителей тепловых двигателей.

Весной 1902 года новый директор Путиловского завода С. И. Смирнов категорически потребовал прекращения работ по новому двигателю. Сделано это было под нажимом нефтепромышленника Эммануила Нобеля, который ранее (в 1897 году) купил патент на двигатель Рудольфа Дизеля и после целого комплекса работ по усовершенствованию конструкции наладил их серийное производство на принадлежавшем ему механическом заводе «Людвиг Нобель» (потом завод «Русский дизель») в Санкт-Петербурге.

Г. В. Тринклер уезжает строить свои двигатели на завод «Братьев Кертинг» в Ганновере (Германия), где и работает до середины 1907 года главным конструктором. Бесспорные преимущества «Тринклер-мотора», опробованного и освоенного за рубежом, привлекли, наконец, внимание отечественных промышленников. С июня 1907 года Г. В. Тринклер работает начальником отдела тепловых двигателей на Сормовском судостроительном заводе, куда он был приглашен в качестве одного из ведущих специалистов по тепловым двигателям мирового энергомашиностроения.

На заводе Красное Сормово он проработал двадцать лет и оставил заметный след в его истории. Густав Васильевич возглавлял отдел тепловых двигателей. Под его руководством строились двигатели внутреннего сгорания, за которые в 1910 году завод получил Большие золотые медали на выставках в Баку и Екатеринославле. А в советское время был построен первый в СССР мощный двухтактный двигатель для фабрики «Красный Перекоп».

В 1919 году Тринклер приглашен преподавать в Нижегородский политехнический институт. Позже он создаст тут целую школу двигателестроения и возглавит кафедру. Тринклер был основателем и первым директором машиностроительного техникума, где и по сей день готовят для завода руководителей производства среднего звена. В 1930 году без защиты диссертации ему присваивается ученая степень доктора технических наук, он автор 50 научных работ.

В 1930 г. он был арестован Объединённым государственным политическим управлением по обвинению во вредительстве на заводе «Красное Сормово» и отбывал наказание в Нижнем Новгороде и Москве. В 1932-1934 гг., будучи заключенным, работал штатным инженером в техотделе ЭКУ-ОГПУ, затем в спецотделе Научно-исследовательского тракторного института и профессором в Московском электромеханическом институте инженеров транспорта. В этот период им выполнен проект быстроходного дизельного двигателя, который был удостоен премии.

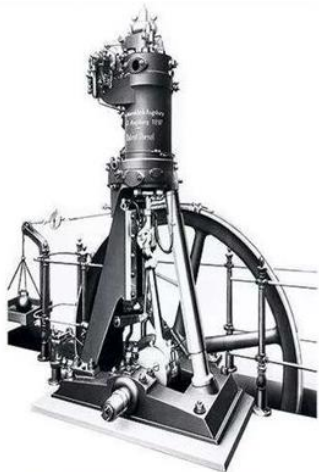
В 1934 г. после отбывания наказания Г.В. Тринклер возвратился на работу на завод «Красное Сормово», где по его разработкам были построены двигатели оригинальных конструкций для речных и морских судов, тепловозов и большой стационарный двигатель для фабрики «Красный Перекоп» в Ярославле. За разработку этих двигателей был награжден орденом Трудового Красного Знамени и несколькими специальными золотыми медалями.

Он возобновил по совместительству преподавательскую деятельность в технических вузах г. Горького.

В 1934-1944 гг. работал заведующим кафедрой «Двигатели внутреннего сгорания» в Горьковском институте инженеров водного транспорта. В 1935 г. по представлению руководства вуза ему без защиты докторской диссертации присуждена ученая степень доктора технических наук и присвоено ученое звание профессора.

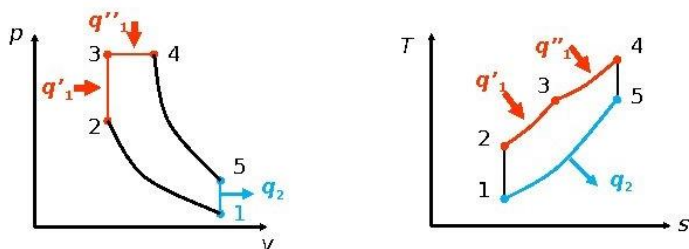
В 1944 г. Г.В. Тринклер по совместительству был назначен заведующим кафедрой «Автомобильные и танковые двигатели» Горьковского индустриального института им. А.А. Жданова. В этой должности он работал до 1949 г., а с 1949 по 1951 гг. был профессором кафедры.

Г.В. Тринклер пользовался мировой известностью как изобретатель «Тринклер-мотора», который им был запатентован в 12 странах.



**Рис.2. Двигатель Тринклера**

В России Тринклер считается создателем цикла Тринклера. Однако в большинстве других стран мира этот цикл не связывают с именем Тринклера, а называют Seiliger cycle (например, в Германии, Голландии) и Sabathe cycle (в Италии).



- 1-2 адиабатное сжатие рабочего тела
- 2-3 изобарный подвод теплоты
- 3-4 изохорный подвод теплоты
- 4-5 адиабатное расширение
- 5-6 изохорный отвод теплоты от рабочего тела к холодному источнику

**Рис.3. Цикл Тринклера (Сабатэ)**

Сам Тринклер писал об этом так: «Необходимо указать на неправильно существовавшую терминологию циклов двигателей внутреннего сгорания.

Сабате в 1908 г. заявил в России патент и получил патент №19115 не на цикл, а на особую конструкцию распылителя, который впрыскивает топливо в рабочий цилиндр в два последовательных отрезка времени с целью осуществить цикл смешанного сгорания.

Между тем, уже в 1905 г. были выпущены на рынок двигатели системы Тринклера, которые в полной мере реализовали цикл смешанного сгорания.

Наконец в таком авторитетном органе, как «Вестник высшей школы» №4 1949 г., помещено письмо проф. В. Ю. Гиттиса, отвергающего термины – цикл Отто, - Дизеля, - Сабатэ и подтверждающего приоритет Г. В. Тринклера по реализации цикла смешанного сгорания».

Тринклер написал монографию по двигателям внутреннего сгорания, в которой отразил свой 45-летний опыт в этой области, опубликовал десятки научных статей.

Им подготовлено два доктора и более десяти кандидатов технических наук.

В 1951 г. в 75-летнем возрасте он ушел на заслуженный отдых.

Умер Г.В. Тринклер в 1957 г.

# СЕКЦИЯ 1

---

## РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

---

### Подсекция 1.1

---

---

#### Радиоэлектронные системы и устройства

---

---

УДК 621.376.6

АНТИПОВ И.Д., КОГТЕВА Л.В.

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ЯЧЕЕК ПАМЯТИ К ОДИНОЧНЫМ СБОЯМ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Локальные радиационные эффекты (одиночные сбои, тиристорные эффекты и др.) в полупроводниковых приборах возникают в условиях космоса под воздействием частиц высоких энергий. Если заряд, собранный р-п-переходом транзистора ячейки памяти, больше некоего критического, то происходит изменение состояния – сбой.

Все локальные радиационные эффекты можно поделить на три основные категории: кратковременные (безопасные), потенциально катастрофические и катастрофические. К кратковременным относятся два эффекта: одиночный сбой (изменение состояния триггера или ячейки памяти) и возникновение переходного процесса (иголки) на выходе комбинаторной логики, а также специальные случаи, выделяющиеся по своему воздействию на схему целиком. К потенциально катастрофическим относится тиристорный эффект (защелкивание) – состояние защелки тока высокой плотности, вызванное индукцией тока от прохождения частицы [1].

Одним из решений повышения устойчивости микросхем к одиночным сбоям является замена некоторых или всех ячеек конфигурационной памяти микросхем устойчивыми элементами (ячейками, устойчивыми к единичным сбоям). В последние годы были спроектированы многочисленные защищенные ячейки памяти, каждая со своими особыми характеристиками.

В работе были рассмотрены некоторые ячейки памяти и промоделированы ситуации, вызываемые тяжелыми заряженными частицами на закрытые транзисторы ячеек.

Рассмотрены следующие ячейки:

- стандартная ячейка памяти, состоящая из шести транзисторов, в режиме хранения имеет два транзистора в открытом состоянии и два – в закрытом, следовательно, в ячейке всегда имеется два восприимчивых узла к одиночным сбоям;
- ячейка памяти НІТ, защищённая обратной связью, предназначенной для восстановления данных, которые были изменены из-за воздействия отдельной частицы [2];
- DICE-ячейка, состоящая из симметричной структуры четырех инверторов, каждый из которых имеет п-канальный и р-канальный транзисторы, отдельно управляемые смежными узлами, сохраняющими одно и то же состояние. Данный спо-

соб позволяет сохранять данные в двух различных местах таким образом, что испорченная часть может быть восстановлена [3].

Тестирование устойчивости к одиночным сбоям показало, что защищенная ячейка по меньшей мере в 10 раз менее чувствительна, чем стандартная ячейка памяти. Основным недостатком защищенных ячеек является размещение дополнительных транзисторов, что приводит к увеличению размера ячейки, что приводит к накладным расходам площади кремния.

Моделирование воздействия заряженных частиц проводилось в САПР Cadence. Библиотека моделей полупроводниковых элементов предоставлена компанией АО “Микрон”.

### *Библиографический список*

1. **R.Katz, K.LaBel, J.J.Wang, B.Cronquist, R.Koga, S.Penzin and G.Swift.** Radiation Effect on Current Field Programmable Technologies. – IEEE Transactions on Nuclear Science, NS-44, 1997.
2. **R.Velazco, D.Bessot, S.Duzellir, R.Ecoffet, R.Koga.** Two Memory Cells Suitable for the Design of SEU-Tolerant VLSI Circuits.– IEEE Transactions on Nuclear Science. NS-41:6, 1994.
3. **J.Canaris, S.Whitaker.** Circuit techniques for the radiation environment of space.– IEEE, 1995.

УДК 621

БИРЮКОВ З.С., ДАНИЛОВ И.Н., КУЛИКОВ В.Е., РАЕВСКИЙ А.С.

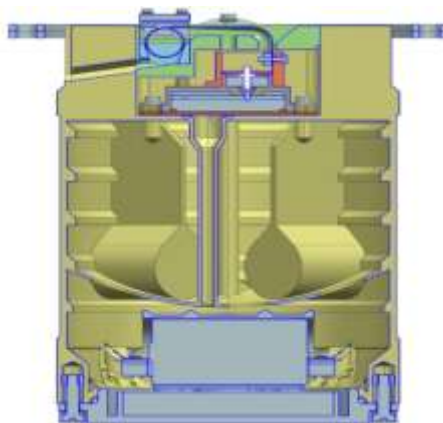
## **КОНСТРУКЦИЯ РАДИОМАЯКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ПОИСКА ЭВАКУИРУЕМОГО НАКОПИТЕЛЯ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ПОМОЩИ РАДИОПЕЛЕНГАТОРА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В настоящей статье представлены результаты работы по созданию радиомаяка (РМ), излучающего периодический радиосигнал в составе эвакуируемого накопителя информации (ЭНИ), предназначенного для определения направления поиска при помощи радиопеленгатора при проведении ходовых морских испытаний в условиях волнения моря до 3 баллов включительно, в рамках СЧ ОКР, выполненной в рамках государственного оборонного заказа.

Актуальность работы обусловлена необходимостью повышения вероятности обнаружения объекта поиска – ЭНИ за счёт использования радиоизлучения входящего в его состав РМ, поскольку пассивные средства обнаружения не обеспечивают в достаточной мере нахождение объекта поиска [1-2]. При этом импульсный режим работы позволяет осуществить поиск объекта с РМ при малых объёмах источника питания. Жесткие требования, предъявляемые к габаритам РМ и его энергопотреблению для сохранения полезного объема ЭНИ с целью обеспечения его положительной плавучести, накладывают ограничения по использованию ЭКБ в составе РМ.

Конструкция РМ разработана, исходя из уровней внешних воздействующих факторов и массово-габаритных характеристик, заданных в ТЗ, а также исходя из условия применения в ЭНИ – способ укладки антенны РМ должен соответствовать требованию КД ЭНИ (рис. 1). При разработке конструкции РМ значительное внимание обращалось на технологическую преемственность с узлами и блоками других приборов разработки филиала ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» «НИИИС им. Ю.Е. Седакова», освоенных как в опытном, так и в серийном производстве.



**Рис. 1. Способ укладки РМ**

### ***Библиографический список***

1. **Кинг, Р.** Антенны в материальных средах / Р. Кинг, Г. Смит.: Пер. с англ., в 2-х книгах. Кн. 2. – М.: Мир, 1984. – 824 с.
2. **Крылов, Г.Н.** Структура электромагнитного поля направленных антенн над плоской землей с конечной проводимостью / Г.Н. Крылов // Радиотехника и электроника. – 1961. – Т. 6, № 5. – С. 747-752.

УДК 621.396

ВЕЛИКОКОНЬ Р.В., ВЕДЕНЬКИН Д.А.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ АНТЕНН ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А. Н. Туполева - КАИ

В последние годы беспилотные летательные аппараты (БПЛА) стали все более популярными в различных отраслях, таких как гражданская авиация, оборона, сельское хозяйство и другие. Одним из ключевых элементов БПЛА является антенна, которая играет важную роль в передаче и приеме сигналов. Поэтому моделирование антенн для БПЛА является важной задачей, которая может повлиять на эффективность работы БПЛА.

Моделирование антенн для БПЛА начинается с выбора типа антенны, который зависит от требуемой дальности и качества связи. Существует множество типов антенн, таких как патч-антенны, Yagi-антенны, линейные антенны и другие. Каждый тип антенны имеет свои преимущества и недостатки, которые необходимо учитывать при выборе.

Далее, необходимо провести расчеты и моделирование антенны с помощью специальных программных средств, таких как CST Studio Suite, HFSS или других. В процессе моделирования необходимо учитывать множество факторов, таких как форма антенны, ее размеры, материалы, использование радиочастотных фильтров и других элементов.

После моделирования необходимо провести тестирование антенны на реальном БПЛА. Это позволит проверить эффективность работы антенны в реальных условиях и внести необходимые корректировки, если необходимо.

Моделирование антенн для БПЛА является важным этапом в разработке и производстве беспилотных летательных аппаратов. Оно позволяет улучшить эффективность работы БПЛА, увеличить дальность и качество связи, а также снизить затраты на производство. Поэтому разработка и использование современных методов моделирования антенн является необходимым условием для успешной работы БПЛА в различных отраслях.

При работе над проектом были смоделированы 3 антенны, различаемые по частоте и назначению:

- 1) патч-антенна GPS 1.5 ГГц (рис.1);
- 2) FPV-антенна Pagoda 2.5 ГГц (рис. 2);
- 3) штыревая антенна 2.4 ГГц (рис. 3).

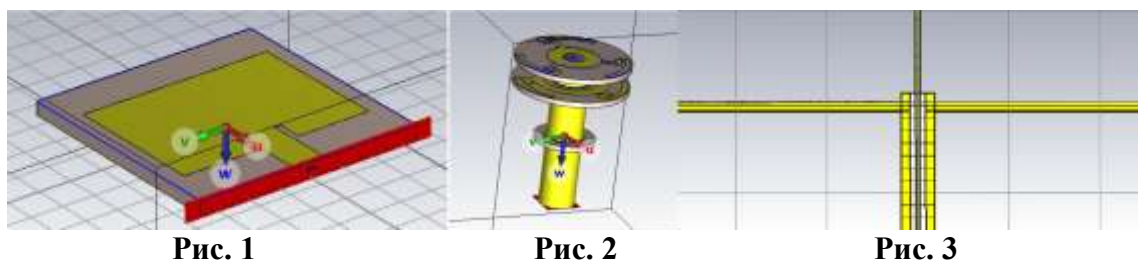


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

В рамках данной работы, были смоделированы антенны для их дальнейшей установки на БПЛА, проведения исследований их электромагнитной совместимости и расчетов коэффициентов связи между каждой антенной (попарно).

**Седельников, Ю. Е.** Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств: учебное пособие / Ю. Е. Седельников, Д. А. Веденькин. — Казань: Новое знание, 2016.—343 с.

УДК 621.396.6

ГИЛЬФАНОВА А.Ф., ВЕДЕНЬКИН Д.А.

## МЕТОД РЕАЛИЗАЦИИ МУЛЬТИФОКУСИРОВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Казанский национальный исследовательский университет им. А.Н. Туполева – КАИ

В данной работе рассматривается один из методов реализации мультифокусировки. Согласно этому методу, каждый элементарный излучатель антенной решетки излучает сложный многочастотный сигнал. Опираясь на данную методику, было проведено моделирование, при котором двухчастотное излучение реализуется по методу Ильина-Морозова [5]. Линейная сфокусированная антенная решётка формируется со следующими параметрами: 21 излучатель; двухчастотное излучение со значениями 0,95 ГГц и 1,05 ГГц; исходные расстояния до точек фокусировки 100 и 150 м.

При сближении точек фокусировки в направлении оси X (направление излучения) получаем рис. 1, при изменении в направлении оси Y получаем рисунок 2.

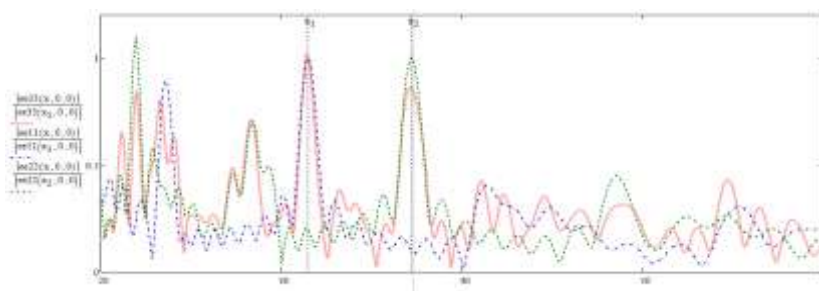
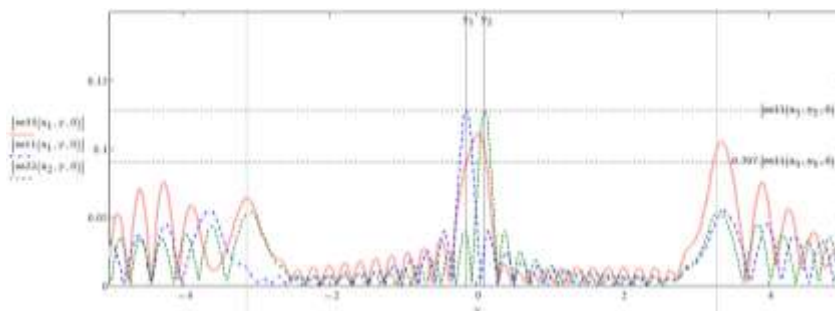


Рис. 1. Модуль напряжённости поля в области первой, второй точках фокусировки и результирующий модуль напряжённости поля



**Рис. 2. Модуль напряжённости поля в области первой, второй точках фокусировки и результирующий модуль напряжённости поля ( $y=\pm\lambda$ )**

На основе представленного рис. 1, можно сделать вывод, что возможность различения объектов между собой остается возможным до расстояния равным 10 длинам волн. Из рисунка 2 можно заметить, что возможность различения объектов между собой остается возможным до расстояния равным длине волны.

### *Библиографический список*

1. Седелников Ю.Е., Тестоедов Н.А., Веденькин Д.А. и др. Антенны, сфокусированные в зоне ближнего излученного поля // под общ.ред. Ю.Е. Седелникова и Н.А. Тестоедова. Красноярск :Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, 2015. 308 с.
2. Седелников Ю.Е., Веденькин Д.А. Антенные решетки, сфокусированные по широкополосному сигналу // Физика волно-вых процессов и радиотехнические системы. 2015. С. 23-30.
3. Vedenkin D.A., Klassen V.I., Sedelnikov Y.E. Control of parameters of large aperture antenna arrays with using the overflight method and principles of virtual focused apertures // Нелинейныймир. 2017. С. 32-36.
4. Веденькин Д.А., Седелников Ю.Е., Насыбуллин А.Р. Фокусировка электромагнитного излучения в диссипативной среде // Вестник Поволжского гос. тех. Ун-та. 2017. С. 61-68.с.
5. Веденькин, Д.А. Мультифокусированные антенные решетки с формирующими излучениями, полученными по методу Ильина-Морозова. Электроника, фотоника и киберфизические системы, 1(2), 24-27.

УДК 621.396.6

ГИЛЬФАНОВА А.Ф., ВЕДЕНЬКИН Д.А.

### **МЕТОДЫ РЕАЛИЗАЦИИ МУЛЬТИФОКУСИРОВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК**

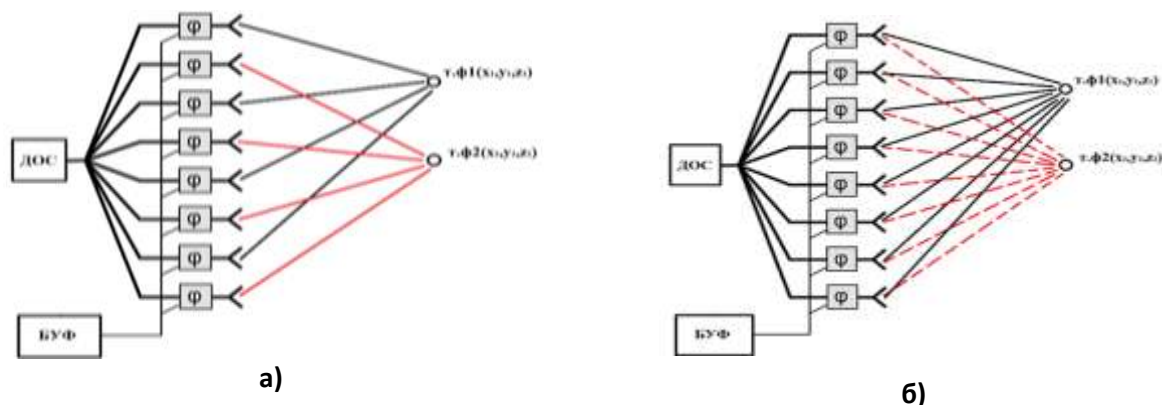
Казанский национальный исследовательский университет им. А.Н. Туполева – КАИ

В современных условиях всё большую актуальность приобретают радиотехнические устройства, функциональное назначение которых заключается в формировании распределения электромагнитного поля на расстояниях близких к геометрическим размерам апертуры. Основные вопросы, связанные с реализацией сфокусированных электромагнитных полей в ближней зоне рассмотрены в [1-4].

В случае ближней зоны могут быть использованы два подхода для осуществления мультифокусировки с использованием антенных решеток. Для реализации первого подхода многоэлементную антенную решетку разделяют на несколько «подрешеток», их число определяется числом необходимых точек фокусировки. Таким образом, часть элементарных излучателей используется для формирования первого сфокусированного пятна, другая часть



излучателей для формирования второго сфокусированного пятна и т.д. При определенных требованиях к размерам области фокусировки и уровню сфокусированного излучения в конкретной точке фокусировки число элементов в каждой «подрешетке» может быть разным. Для реализации второго подхода каждый элементарный излучатель формирует более сложный многочастотный сигнал, параметры каждой из частотных компонент которого определяются исходя из требований к формированию электромагнитного поля в конкретной точке фокусировки (Рисунок 1).



**Рис. 1. Организация мультифокусировки: а) с организацией «подрешеток», б) с использованием многочастотного излучения**

### *Библиографический список*

1. Седельников Ю.Е., Тестоедов Н.А., Веденькин Д.А. и др. Антенны, сфокусированные в зоне ближнего излученного поля // под общ.ред. Ю.Е. Седельникова и Н.А. Тестоедова. Красноярск :Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, 2015. 308 с.
2. Седельников Ю.Е., Веденькин Д.А. Антенные решетки, сфокусированные по широкополосному сигналу // Физика волно-вых процессов и радиотехнические системы. 2015. С. 23-30.
3. Vedenkin D.A., Klassen V.I., Sedelnikov Y.E. Control of parameters of large aperture antenna arrays with using the overflight method and principles of virtual focused apertures // Нелинейныймир. 2017. С. 32-36.
4. Веденькин Д.А., Седельников Ю.Е., Насыбуллин А.Р. Фокусировка электромагнитного излучения в диссипативной среде // Вестник Поволжского гос. тех. Ун-та. 2017. С. 61-68.с.

УДК 534.2

ГРИГОРЯН А.А., ТУПИКОВ П.А., ХА А.Л.

## **ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ В ПЕРЕДАЮЩЕЙ АКУСТИЧЕСКОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время наблюдается интерес в исследовании акустических антенных решёток. Например, в [1] описана разработка мощных акустических антенных решёток, используемых в акустических локаторах для зондирования атмосферы, а во [2] описан способ модернизации акустических антенных решёток путём создания алгоритма электронного управления лучом диаграммы направленности.

Помимо указанных областей, где используются акустические антенные решётки, они могут найти своё применение в подводной связи, где приём и передача сообщений осуществляется с помощью акустических сигналов.

Данный метод связи связан с рядом трудностей, такими как: многолучевое распространение, малая доступная полоса пропускания и сильное ослабление сигнала. Существует также и проблема, связанная с тем, что, если в подводной связи принимает участие более 2-х пользователей, они поочерёдно используют один акустический канал, т. е. множественный доступ осуществляется с разделением по времени (TDMA).

Цель данной работы по обработке звукового сигнала в передающей акустической антенной решётке заключается в том, чтобы исследовать, как формируется звуковая волна в определенном направлении и насколько будут различимы, одновременно воспроизводимые антенной решёткой из динамиков, два звуковых потока.

Для исследования формирования звуковой волны был произведён следующий эксперимент. Была собрана акустическая антенная решётка из 4-х микрофонов со встроенными усилителями и акустическая антенная решётка из динамиков с маленькой диафрагмой с усилителями D-класса.

Эксперимент состоит из двух частей. Во-первых, запись приёмной акустической антенной решёткой из 4-х микрофонов синтезированного сигнала с точечного источника (одного динамика) под разными углами (по горизонтали и по вертикали относительно фронта излучения динамика). Во-вторых, поочерёдное воспроизведение передающей антенной решёткой из 4-х динамиков записанных на первом шаге сигналов и принятие их одним микрофоном для оценки направленности сигнала для каждого из случаев.

По результатам анализа данного эксперимента необходимо убедиться в возможности управления лучом диаграммы направленности передающей акустической антенной решётки.

Дальнейшее исследование предполагает проведение эксперимента по воспроизведению с передающей антенной решётки, состоящей из 4-х динамиков, двух различных акустических сигналов: один с 1-го и 2-го каналов, второй – с 3-го и 4-го каналов. Данные, полученные в результате эксперимента, необходимо проанализировать для оценки различимости воспроизводимых сигналов и их взаимного влияния друг на друга. В случае подтверждения гипотезы о возможности их различения создать алгоритм, позволяющий это реализовать.

### *Библиографический список*

1. Красненко Н. П., Кудрявцев А. Н., Раков А. С., Раков Д. С., Шендрик Д. А. Мощные акустические антенные решетки. – 2013. – №4(30). – С. 86-90.
2. Красненко Н. П., Кудрявцев А. Н., Раков А. С., Раков Д. С., Шендрик Д. А. Акустическая антенная решетка с электронным управлением лучом диаграммы направленности. – 2013. – №3(29). – С. 53-57.

УДК 621.391.2

ГРИШИН Д.И., ГОРОХОВ К.В., ПЛУЖНИКОВ А.Д.

## **ЮСТИРОВКА ПРИЕМНИКА С ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКОЙ СИГНАЛОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ АВИАЦИОННОЙ РАДИОСВЯЗИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В работах [1,2] был синтезирован алгоритм пространственно-временной обработки сигналов (ПВОС) для условий быстрых изменений сигнально-помеховой ситуации и априорной неопределенности, когда направления на источники сигнала и помех неизвестны, пространственные каналы приема не юстированы, специальные требования к диаграмме

направленности элементов антенной решетки не предъявляются. В дальнейшем этот алгоритм ПВОС был развит в ОАО «ВНИИР-ПРОГРЕСС» и АО «НПП «Полет» для реализации в системе авиационной радиосвязи (САРС) с целью повышения помехозащищенности системы.

Проведенные в АО «НПП «Полет» исследования алгоритма ПВОС показали его устойчивость к амплитудно-фазовым рассогласованиям пространственных каналов приема. При этом установлено, что рассогласования задержек в каналах приема приводят к существенному снижению помехозащищенности САРС, что вызывает необходимость юстировки приемника с ПВОС. Такая юстировка должна реализовать оценивание и компенсацию рассогласования задержек в каналах приема. Для этого был разработан соответствующий алгоритм. Разработанный алгоритм предполагает поиск оценки 3-мерного вектора рассогласований методом перебора. Для организации указанного поиска оказалось целесообразным использовать метод комплексов [3].

Описанный алгоритм вместе с алгоритмами ПВОС реализован на базе ПЛИС Cyclone V 5CEFA9F23I7 с использованием языка AHDL при разработке оригинальной схемы юстировки, названной нами «ComplexAdj». Разработка выполнена при помощи Quartus Prime 18.1.1.

Юстировка реализуется следующим образом. При инициализации алгоритма юстировки формируется некоторый пробный набор задержек для пространственных каналов приема, что называем текущей точкой (текущим 3-элементным вектором, т.е. точкой или вектором в 3-мерном пространстве). На каждом шаге алгоритма юстировки оценивается значение целевой функции и принимается решение либо о необходимости перехода к выполнению нового шага алгоритма юстировки с изменением текущего вектора, либо об окончании оценивания и выдаче найденного оптимального вектора.

Моделирование схемы «ComplexAdj» проведено в среде ModelSim - INTEL FPGA STARTER EDITION 10.5b с использованием описанного на языке VHDL тестирования. В результате определены значения параметров схемы «ComplexAdj».

Экспериментальное исследование аппаратно-программной реализации разработанных алгоритмов и их моделирование подтверждает эффективность проведенных разработок.

### ***Библиографический список***

1. Ефименко В.С., Харисов В.Н. // Приложение к журналу «Радиотехника». Пространственно-временная обработка сигналов в системах радиосвязи. Радиотехника, 1992, с.23-29.
2. Ефименко В.С. // Приложение к журналу «Радиотехника». Пространственно-временная обработка сигналов в системах радиосвязи. Радиотехника, 1992, с.69-75.
3. Vox M.J. A new method of constrained optimization and comparision with other methods // Computer J. 1965, Vol.8, P.42-52.

УДК 621.396

ЕФИМОВА М.В., ФАДЕЕВ Р.С.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В АВТОМОБИЛЬНЫХ РАДАРАХ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Электронные системы помощи водителю (ADAS) играют важную роль в современной автомобильной индустрии, это комплекс электронных систем, которые помогают водителю управлять автомобилем, повышая безопасность на дороге и комфорт вождения. Одним из ключевых компонентов ADAS являются радары миллиметрового диапазона, которые ис-

пользуются для измерения расстояния и скорости объектов на дороге. В качестве таких датчиков часто выступают FMCW (Frequency-Modulated Continuous-Wave) радары, которые используют частотно-модулированный непрерывный волновой сигнал. Современные радары должны определять скорость в диапазоне от минус 200 км/ч до 200 км/ч, но со стандартным временем зондирующего импульса, которое обычно составляет несколько десятков микросекунд, невозможно точно определить скорость цели из-за ограничений доплеровского разрешения. Для решения этой проблемы необходимы новые алгоритмы обработки данных, которые позволяют разрешить неоднозначность измерения скорости. Эти алгоритмы используют математические модели для анализа сигналов радара и выявления наиболее вероятной скорости объекта.

В данной работе рассматриваются два алгоритма для решения неоднозначности скорости. Суть первого алгоритма заключается в том, что в пачке импульсов, перед четными чипами добавляется временная задержка. Это приводит к изменению фазы сигналов, отраженных от движущихся объектов, что позволяет разрешить неоднозначность скорости.[1].

Во втором методе используются две пачки импульсов с различными периодами чирпа.

Различные периоды чирпа приводят к разной чувствительности к скорости для каждой пачки, что позволяет устранить неоднозначность скорости при анализе комбинации этих пачек [1]. В работе приводятся графики ошибок измерения скорости при использовании этих алгоритмов.

Кроме методов решения неоднозначности скорости, в работе так же рассматривается пороговый анализ. Пороговый анализ используется для улучшения точности и надежности измерений FMCW радаров. В данной работе приводится структура исследуемых алгоритмов порогового анализа.

При использовании порогового анализа в FMCW радаров алгоритм обработки сигнала анализирует мощность отраженных сигналов и сравнивает их с заранее определенным пороговым значением. Если мощность сигнала превышает порог, объект считается обнаруженным.

Пороговый анализ может быть адаптивным, что позволяет автоматически корректировать пороговое значение на основе условий окружающей среды, таких как уровень фонового шума или погодные условия. Это улучшает чувствительность радара и его способность обнаруживать слабые сигналы или объекты, имеющие низкое отношение сигнал/шум, снижая при этом вероятность ложного обнаружения.

---

Официальный сайт компании Calterah. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.calterah.com/producttypes/documents-alps/>

УДК 621.396.967

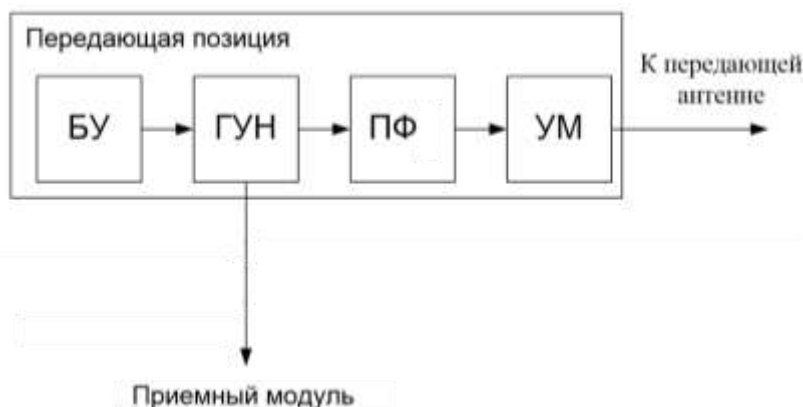
ЖАРИКОВ К.В.

## **РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО АЛГОРИТМА ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ В ПЕРЕДАЮЩЕМ МОДУЛЕ ПРОСВЕТНОГО РАДИОЛОКАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПЕРЕЕЗДА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Доклад посвящен разработке оптимального алгоритма формирования сигналов в передающем модуле просветного радиолокационного комплекса системы безопасности железнодорожного переезда. Актуальность задачи обусловлена повышением спроса на новые разработки в сфере просветной радиолокации [1].

В процессе проведенных разработок была создана обобщенная схема передающего модуля просветного радиолокационного комплекса (рис.1). Были рассмотрены различные методы формирования сигналов радиочастоты в передающем модуле. А так же выбран наиболее оптимальный метод.



**Рис. 1. Обобщенная схема системы синхронизации приемника-компаратора:**  
БУ – блок управления; ГУН – генератор, управляемый напряжением; ПФ – полосовой фильтр; УМ – усилитель мощности

Путем расчетов и моделирования произведена оценка зоны обнаружения проектируемой системы. Также произведена оценка возможностей дальнейшего улучшения параметров просветного радиолокационного комплекса [2]. В частности, расширение зоны обнаружения, устранение слепых зон, а также повышение разрешающей способности системы радиолокации.

В ходе работы были подобраны электронные компоненты системы, а также произведен синтез принципиальной электрической схемы, что позволяет изготовить опытный образец передающего модуля и провести полевые испытания системы с целью оптимизации работы и повышения надежности системы.

### ***Библиографический список***

1. Bistatic Radar: Principle and practice. Edited by M.Chernyakov.
2. Справочник по радиолокации под ред. М.И. Скольникова. / Пер. с англ. Под общей ред. В.С. Вербы, 2014.

УДК 621.396

МЕЗЕНЦЕВА Е.А., ВЕДЕНЬКИН Д.А.

## **ОЦЕНКА ВЫПОЛНЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ЭМС РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ НА ПЕРВЫХ ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

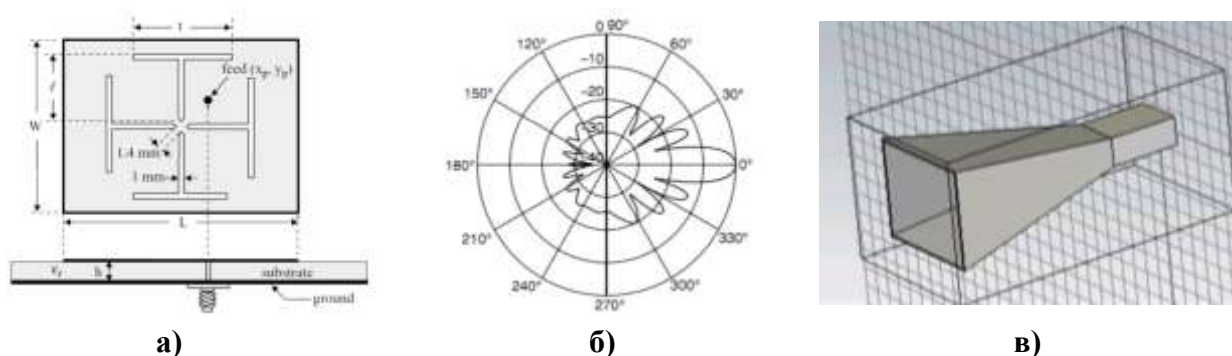
Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А. Н. Туполева-КАИ

Моделирование электродинамических процессов используется в различных областях, включая радиотехнику, телекоммуникации, электронику, медицину и пр. Также методы ЭДМ позволяют существенно сократить время при решении задачи анализа электромагнитной совместимости, особенно на первых этапах проектирования.

Особенностью первых этапов проектирования радиоэлектронных средств и систем является то, что именно на этом этапе возможна замена оборудования, использование других

типов антенн, изменения мест размещения антенн на объекте. Моделирование реальных антенн и их подстройка зачастую занимает значительное количество времени. При изменении типов антенн процедуры моделирования и оптимизации должны будут вновь повторены.

Таким образом на начальных этапах проектирования, пока еще не выбраны точные наименования радиоэлектронного оборудования, разумно использовать в качестве моделей реальных антенн упрощенные модели, которые обладают схожими диаграммами направленности и характеристиками согласования. Основное требование, предъявляемое к данным антеннам-прототипам – это соответствие их характеристик требованиям нормативной документации. В качестве примера рассмотрим антенну и её прототип, представленные на рис. 1.



**Рис. 1. Планарная антенна (а), диаграмма направленности антенны (б) и антенна-прототип (в)**

Как видно из рис. 1, моделирование и настройка планарной антенны потребует значительного времени, а моделирование рупорной антенны можно выполнить быстрее. При этом известно, что ширина диаграммы направленности рупорной антенны составляет примерно 60-70 градусов.

В докладе представлены результаты сравнения оценки коэффициента связи реальных моделей антенн и их прототипов в задачах оценки ЭМС на начальных этапах проектирования.

---

Седелников Ю.Е. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств: учебное пособие для вузов / Ю.Е. Седелников, Д.А. Веденькин; под редакцией Ю.Е. Седелникова. – Москва: Издательство Юрайт, 2023 – 318 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-13826-9. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/515886> (дата обращения 06.04.2023).

УДК 621.396

МИХЕЕВА Ю.А., ВЕДЕНЬКИН Д.А.

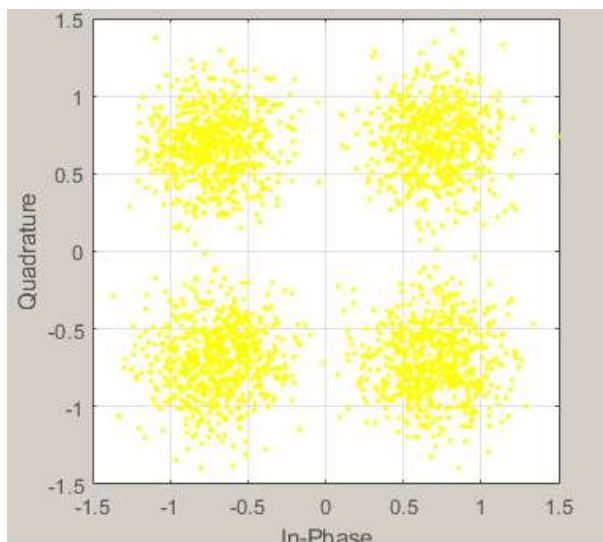
### **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕСИНФАЗНОСТИ РАБОТЫ QPSK МОДУЛЯТОРА И ДЕМОДУЛЯТОРА НА УРОВЕНЬ СИМВОЛЬНЫХ ОШИБОК**

Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А. Н. Туполева-КАИ

Цифровая фазовая модуляция широко используется в беспроводных локальных сетях RFID и Bluetooth связи. Также при передаче информации в каналах возникают шумы, которые непосредственно влияют на качество передачи.

Цель настоящей работы заключается в моделировании канала связи и оценки влияния шумов в цифровой фазовой модуляции и, соответственно, оценке их влияния. Для наглядного отображения модулированных сигналов используются сигнальные созвездия (рис.1). Сигнальное созвездие (англ. constellation diagram) — представление всевозможных значений комплексной амплитуды манипулированных радиосигналов на комплексной плоскости Гильфанова А.Ф., Веденькин Д.А.

При отличии значений начальной фазы для сигнальных созвездий QPSK модулятора и демодулятора неизбежно возникнут ошибки, которые будут тем больше, чем значительнее разница в фазовом сдвиге. В качестве канала связи в модели используется канал с аддитивным белым гауссовским шумом. На рисунке 1 показано сигнальное созвездие QPSK модуляции с воздействовавшим на сигнал белым шумом.



**Рис. 1. Сигнальное созвездие QPSK с аддитивным гауссовским шумом**

В результате оценки влияния шумов при увеличении поворота сигнального созвездия, количество ошибок будет увеличиваться, следовательно, помехозащищенность канала будет низкой. В докладе приводятся оценки влияния разности фаз между модулятором и демодулятором на уровень символьных ошибок при различных отношениях сигнал/шум.

---

Гильфанова А.Ф., Веденькин Д.А. Цифровые форматы модуляции. В книге: IV Научный форум телекоммуникации: теория и технологии ТТТ-2020. "Физика и технические приложения волновых процессов ФиТПВП-2020". Материалы XVIII Международной научно-технической конференции. 2020. С. 43-44

УДК 621.372

НЕСТЕРОВ А.С., КУЗИН А.А.

## **РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩЕГО МОДУЛЯ СВЧ ДЛЯ FMCW РАДАРА В ДИАПАЗОНЕ 24 ГГц**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблема обеспечения безопасности на железнодорожных переездах остается достаточно актуальной для многих промышленно развитых стран. Решением может послужить система радаров, установленных на железнодорожном переезде. Основной идеей разработки такой системы будет исключение человека из контура принятия решения о передаче инфор-

мации об опасной ситуации на переезде, а также полная автоматизация активации заградительной сигнализации.

Такая радарная система должна непрерывно и в реальном времени сканировать зону железнодорожного переезда и своевременно выявлять появление на переезде посторонних объектов, представляющих колоссальную опасность для движущегося к переезду локомотива. Помимо этого, чтобы предотвратить ложное срабатывание сигнализации при рядовом проезде автомобиля через переезд, радаром определяется продолжительность пребывания и точное расположение посторонних объектов. Для достижения таких целей к ж/д радару предъявляются особые требования по дальности обнаружения, разрешающей способности по скорости, вероятности правильного обнаружения. Кроме того, накладываются ограничения на мощность излучения, сектор обзора и габариты самого устройства.

В связи с указанными соображениями, в радаре с рабочей частотой 24 ГГц, было принято решение использовать ФАР, построенную на базе микрополосковой линии. Такой выбор был обусловлен гибкостью структуры и возможностью реализовать практически любую топологию антенны, а также получить ДН с различными характеристиками.

Антенна в радаре состоит из передающей и приемной антенных решеток. В проекте рассматривается вариант построения передающей антенны из двух элементов, расположенных на максимальном разнесении. Непрерывное покрытие в зоне сканирования в данном случае обеспечивается переключением во времени между симфазным и противофазным запитыванием. Особенностью такого способа формирования ДН передатчика тот факт, что наборы лучей являются ортогональными, то есть максимумы одного набора попадают строго на нули второго и наоборот, что обеспечивает полное покрытие зоны сканирования.

Приемная антенная решетка представляет собой эквидистантную решетку по азимутальной координате, состоящую из 12 элементов, а по угловой из двух идентичных строк (чего вполне достаточно для измерения угла места). Прототипом метода цифрового формирования ДН лучей приемника по азимутальному углу и по углу места был выбран метод амплитудного суммарно-разностного облучения. Преимуществом такого алгоритма перед классическим весовым суммированием является:

- облучение луча приемника в два раза;
- существенное подавление УБЛ ДН в луче, в том числе значительное подавление активных и пассивных помех;
- емкость по вычислениям и требованиям ЦОС МЦВ.

---

Bistatic Radar: principles and practice / D.V. Nezhlin, V.I. Kostylev, A.B. Blyakhman [and others]; edited by Mikhail Cherniakov. Chichester, England.: John Wiley & Sons, Ltd, 2007. 504 p.

УДК:621.385.6

ОРЛОВСКИЙ А.А., ПРОЯВИН М.Д., ИЗОТОВ И.В., ФЕДОСЕНКО Ю.С.

## **ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ ПРИ СОЗДАНИИ ТЕХНИЧЕСКИ СЛОЖНЫХ КОМПОНЕНТОВ ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ВАКУУМНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**

Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова РАН  
Волжский государственный университет водного транспорта

Отдельные ответственные компоненты высоковольтной вакуумной электроники (ВВЭ) отличаются сложностью геометрических форм и конструкции. Данные обстоятельства существенно усложняют, а в ряде случаев не позволяют реализовать их изготовление даже с использованием передовых ЧПУ-технологий, обеспечивая при этом требуемый уровень значе-



ний электрофизических параметров. В частности, данная проблема возникает при создании узлов ВВЭ с внутренним охлаждением. Современные технологии 3D-печати способны решить эту проблему, поскольку по сравнению с ЧПУ-станками обладают большими возможностями по производительности, точности и стоимости изготовления изделий. В зависимости от назначения изделие ВВЭ должно обладать либо диэлектрическими, либо проводящими свойствами.

В данной работе представлены результаты измерения диэлектрической проницаемости изготовленных на фотополимерном 3D-принтере структур, а также СВЧ-компоненты, изготовленные путем 3D-печати и методов химической металлизации по технологии CMPS и электролиза.

Имеющаяся номенклатура фотополимеров, обладающих различными свойствами, позволяет изготовить изделие ВВЭ под ту или иную конкретную задачу. При этом точность изготовленного компонента может быть порядка десяти микрон. Принцип работы фотополимерного принтера основан на методе стереолитографии – печать изделия путем полимеризации фотополимерных смол при ультрафиолетовом облучении. Процесс печати осуществляется послойно, формирование каждого слоя задаётся с помощью ультрафиолетовых (УФ) источников высокого разрешения. Получаемые с помощью 3D-печати изделия являются диэлектрическими. Перед применением данного диэлектрического изделия в установке, необходимо произвести дополнительную полимеризацию с помощью УФ-ламп. Для обеспечения проводимости поверхности образца её необходимо металлизировать (омеднить). Известный метод магнетронного напыления обеспечивает высокое качество покрытия изделия на открытых поверхностях, химическая металлизация позволяет создать не менее качественное покрытие труднодоступных внутренних поверхностей изделий сложной геометрии.



**Рис. 1. Корпус электрода**



**Рис. 2. СВЧ-структуры**

Эксперименты по измерению диэлектрических свойств проводились на цилиндрической детали с толщиной стенки 2 мм, расположенной на металлическом столике, являющемся электродом. Внутри детали также был размещён электрод. Объёмно-поверхностные пробои происходили при напряжении выше 60 кВ.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект №21-19-00884.

УДК 621.396

ПИЛЬКЕВИЧ А.В.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛОСКОВЫХ ЛИНИЙ СЛОЖНОЙ КОНФИГУРАЦИИ С ПРОИЗВОЛЬНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ПРОВОДНИКОВ В КВАЗИ-Т-ПРИБЛИЖЕНИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Полосковые и микрополосковые линии, используемые в микроволновых устройствах СВЧ-диапазона в качестве волноведущих структур, имеют обширную номенклатуру и подразделяются на группы по признакам основной волны, а внутри группы – по конструк-

тивными вариантам. Последние различаются по специфическим конфигурациям пленочных проводников, подложек, типу экранов, слоистости сред заполнения, электрофизическим характеристикам материалов (диэлектрические, магнитные, сегнетоэлектрические, полупроводниковые, анизотропные, гиротропные), по степени связности пленочных проводников – одно-, двух- и многосвязные. Такие линии широко используются при построении направленных ответвителей, фильтров, линий задержки, аттенуаторов и терминаторов, межсоединений высокоскоростных цифровых интегральных схем, широкополосных устройств согласования.

Основной рабочей волной в полосковых структурах с однородным диэлектрическим заполнением является квази-Т-волна. Она является также основной в полосковых структурах с многослойным, неоднородным диэлектрическим и диэлектрико-полупроводниковым заполнением микроэлектронных устройств СВЧ. Однако здесь присутствуют и волны высших типов. Для практических расчетов различных видов полосковых структур типа несимметричных, симметричных, копланарных, желобковых, обращенных, на подвешенной подложке с многослойной средой заполнения используется, как правило, одномодовое квази-Т-приближение с введением по Уиллеру эффективной диэлектрической проницаемости.

В связи с развитием строгих многомодовых электродинамических методов квазистатический подход утратил свое прежнее значение базового метода анализа и синтеза полосковых структур, однако по-прежнему остается в микроэлектронике СВЧ основным инженерным методом расчета волнового сопротивления структур со сложными конфигурациями проводников, экранов, диэлектрического заполнения с зависимостью его от напряженности поля и координат.

Анализ программных продуктов для решения поставленных задач показал, что наиболее эффективным и легко осваиваемым является отечественный комплекс ELCUT решения двумерных (в том числе связанных) задач с учетом изотропных, анизотропных, нелинейных свойств материалов и произвольных граничных условий.

ELCUT имеет подробное описание, позволяет легко построить модель исследуемой сложной линии, определить структуру поля потенциалов, плотностей токов и мощностей, матрицу погонных емкостей и проводимостей, волновые сопротивления, исследовать влияние конструктивных параметров на интегральные характеристики линии, учесть анизотропию диэлектрических проницаемостей многослойных структур, их зависимости от напряженности поля и координат (задаются в виде формул, либо таблично и автоматически аппроксимируются сплайнами).

В работе приведены исследования ряда полосковых структур общего вида: копланарных линий в экране на подвешенной подложке; связанных в горизонтальной и вертикальной плоскостях линий на многослойной подвешенной подложке для построения направленных ответвителей; линий, выполняющих функции межсоединений высокоскоростных цифровых интегральных схем, аттенуаторов и адаптоаттенуаторов.

УДК 621.3.049.77

САВЕЛЬЕВ И.И., КУЛИГИН А.А., ПЛУЖНИКОВ А.Д.,

## **РАЗРАБОТКА ШИРОКОПОЛОСНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ НА БАЗЕ НИТРИД-ГАЛЛИЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Интенсивные исследования в области разработок полевых транзисторов на основе нитрида галлия (GaN) позволили создать промышленные образцы таких транзисторов с рекордными значениями мощности усиливаемых сигналов, что предполагается использовать в современных системах связи, оборонных и космических отраслях [1].

Упомянутый успех применения GaN-технологии в разработке полевых транзисторов связан с простотой и дешевизной схмотехнической реализации, простотой получения широких полос усиления (перекрытием одним мощным транзистором нескольких частотных диапазонов), снижением энергопотребления и связанных с ним издержек, уменьшением сложности и стоимости систем охлаждения.

Для соответствия требованиям электронной промышленности сегодня, когда кремниевая технология достигла своих предельных возможностей, именно нитрид галлия является самым перспективным путем развития полупроводниковой электроники. Благодаря высокой дрейфовой подвижности носителей заряда минимизируется сопротивление GaN-транзисторов в открытом состоянии. Критическая напряженность электрического поля и в результате пробивное напряжение при этом оказывается выше, чем у кремниевых транзисторов. А поскольку концентрация собственных носителей заряда у нитрида галлия меньше, чем у кремния, приборы на основе нитрида галлия могут работать при более высоких температурах.

Разработанный усилитель мощности для диапазона 30-500 МГц, выполненный на основе GaN-транзисторов, является частью программно-определяемого радиомодуля. Данный модуль представляет собой элемент бортового комплекса радиосвязи, обеспечивающего совместное функционирование радиоканалов воздушной и космической связи в диапазонах МВ и ДМВ.

Для подтверждения преимуществ применения GaN-технологии в транзисторных усилителях мощности была разработана принципиальная схема и выполнен макет усилителя мощности. Теоретический расчет высокочастотного тракта и анализ временных диаграмм доказал преимущества использования нитрид-галлиевых транзисторов, а именно, возможность реализовать большее значение выходной мощности по сравнению с использованием кремниевых транзисторов. Это объясняется более высокой критической напряженностью электрического поля у нитрид-галлиевых транзисторов (в 10 раз больше, чем у кремниевых), которая позволяет увеличить пробивные напряжения, что в сочетании с высокой плотностью тока повысить удельную выходную мощность до 3-10 Вт на 1 мм ширины затвора. Анализ временных и частотных диаграмм показал, что неравномерность усиления в полосе частот 30-500 МГц у нитрид-галлиевых транзисторов не превышает 1 дБ.

Экспериментальное исследование разработанного усилителя мощности и его моделирование подтверждает эффективность проведенной разработки.

---

Кищинский А. А. Твердотельные СВЧ-усилители мощности на нитриде галлия — состояние и перспективы развития // «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии»: материалы 19 Крымской конф. – Севастополь, 2009 – Вып. 1.- С. 30.

УДК 621.3.029.65

САЛЬКОВ В.А., БОЛЬШАКОВ О.С., ВДОВИН В.Ф., ГУНБИНА А.А.,  
ЗЕМЛЯНУХА П.М., ЛЕСНОВ И.В., МАРУХНО А.С., МИНЕЕВ К.В., НОСОВ В.И.

### **ТЕХНИЧЕСКИЙ ОБЛИК СУБТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ АТМОСФЕРНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук  
Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

Одним из активно развивающихся направлений изучения космического пространства является радиоастрономия. Данные, получаемые в радиодиапазоне, существенно дополняют

исследования в оптическом, инфракрасном и других диапазонах, в том числе и гравитационно-волновые наблюдения. СубТГц диапазон (коротковолновая часть радиодиапазона с  $\lambda < 3$  мм) является уникальным источником информации, дающим возможность проводить исследования холодной Вселенной, межзвездных газопылевых облаков, реликтового излучения и т.д. Именно в субТГц диапазоне командой Телескопа Горизонта Событий (ТГС) было получено первое в истории изображение тени сверхмассивной черной дыры внутри галактики Мессье 87 [1], а затем и изображение объекта Стрелец А\* в центре нашего Млечного Пути [2].

При проектировании субТГц радиоприемных систем должны предъявляться жесткие требования к их чувствительности, так как субТГц волны существенно поглощаются в атмосферных газах, рассеиваются на гидрометеорах (дождь, снег, туман), турбулентных вихрях и т.п. Очевидно, что не каждая площадка подойдет для постройки наземных субТГц обсерваторий, поэтому получение апостериорных сведений об атмосферном поглощении в конкретной местности с учетом сезонных тенденций изменения является крайне важной задачей, требующей использования специальных инструментов.

Одними из таких инструментов являются разработанные исследователями ИПФ РАН измеритель атмосферного поглощения МИАП-2 [3], представляющий собой мобильный двухканальный радиометрический комплекс, способный в автономном режиме вести наблюдения в окнах прозрачности атмосферы на 3 мм и 2 мм, и полноповоротный радиометрический комплекс, способный вести наблюдения в выделенной области небесной сферы на длине волны 3 мм [4]. Однако на сегодняшний день наибольший интерес представляют именно 1,3 и 0,8 мм окна прозрачности, где находятся основные рабочие инструменты ТГС. В связи с этим в ИПФ РАН начата разработка портативного радиометра для исследования астроклимата в окне прозрачности атмосферы 1,3 мм, пригодного для проведения измерений в условиях длительных высокогорных экспедиций.

В докладе обосновывается актуальность текущей разработки, приводится структурная схема радиометра с описанием ключевых технических решений, дается оценка шумовых характеристик и флуктуационной чувствительности на основе выполненного подбора основных компонент элементной базы.

Работа выполняется в рамках проекта РНФ №23-79-00006.

### *Библиографический список*

1. **The Event Horizon Telescope Collaboration.** First M87 Event Horizon Telescope Results. IV. Imaging the Central Supermassive Black Hole. *The Astrophysical Journal Letters*. 2019. 875:L4 (52pp). doi: 10.3847/2041-8213/ab0e85
2. **The Event Horizon Telescope Collaboration.** First Sagittarius A\* Event Horizon Telescope Results. I. The Shadow of the Supermassive Black Hole in the Center of the Milky Way. *The Astrophysical Journal Letters*. 2022. 930:L12 (21pp) doi: 10.3847/2041-8213/ac6674
3. **Носов, В. И.** Двухволновый измеритель радиопрозрачности атмосферы миллиметрового диапазона / В.И. Носов, О.С. Большаков, Г.М. Бубнов и др. // *Приборы и техника эксперимента*. – 2016. – № 3. – С. 49–56.
4. **Большаков, О. С.** Мобильный полноповоротный радиометрический комплекс для астрономических и атмосферных исследований / О.С. Большаков, Г.М. Бубнов, А.В. Вдовин и др. // *Приборы и техника эксперимента*. – 2023. – № 1. – С. 112–119. doi: 10.31857/S0032816222060118

## **ОБ УПРАВЛЕНИИ ГИРОТРОНОМ СУБТЕРАГЕРЦЕВОГО ДИАПАЗОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

Институт прикладной физики имени А. В. Гапонова-Грехова РАН  
Волжский государственный университет водного транспорта

Гиротроны терагерцового диапазона являются достаточно мощными генераторами сверхвысокочастотного электромагнитного излучения. Они находят применение в спектроскопии, диагностике плазмы, в медицине и в ряде других областей.

Для некоторых приложений таких, как например, спектроскопия, важно иметь возможность плавной перестройки частоты генерации при сохранении стабильности заданного уровня мощности генерируемого излучения.

Однако изменение одного из управляющих параметров гиротрона может привести к значимому изменению его выходных характеристик и, прежде всего, мощности. Данное обстоятельство представляет собой основную проблему расширенного практического использования гиротронов.

Один из возможных подходов решения проблемы основан на математическом моделировании физического процесса генерации сверхвысокочастотного электромагнитного излучения и расчете в on-line режиме прогнозных значений параметров выходных характеристик с последующим автоматическим выбором значений управляющих параметров, обеспечивающих стабильность необходимого уровня выходных характеристик гиротрона.

Для конструктивной реализации предлагаемого подхода можно использовать различные методы машинного обучения, которые позволят решить следующие сформулированные ниже задачи: две функционально главные (п. 1 и п. 2) и три вспомогательные, сервисные (п. 3, п. 4, п. 5).

1. Синтез в on-line режиме стратегии управления мощностью гиротрона в условиях актуальных значений параметров его работы, обеспечивая максимальную стабильность мощности в установленном диапазоне внешних воздействий.
2. Автоматическая подстройка частоты работы гиротрона в процессе его работы и определение управляющих воздействий, обеспечивая при этом максимально короткий по времени переходный процесс.
3. Контроль и диагностика технического состояния гиротронного комплекса на основе анализа больших данных, накопленных посредством телеметрии в процессе предшествующей эксплуатации; при этом возможно использование методов кластеризации, классификации и анализа временных рядов для выявления аномалий в работе оборудования на ранних стадиях.
4. Прогнозирование ресурса оборудования гиротронного комплекса и планирование его сервисного обслуживания.
5. Оценка остаточного ресурса критических компонентов гиротронного комплекса и прогноз нештатных ситуаций.

В докладе приводятся результаты выполненных экспериментов и анализ качества разработанных алгоритмов машинного обучения, а также их модификаций, реализованных на основе концепций нейронных сетей, методов опорных векторов, случайного леса и градиентного бустинга.

## ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ УГЛОВОГО РАЗРЕШЕНИЯ ОБЪЕКТОВ В АВТОМОБИЛЬНЫХ РАДАРАХ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Для исследования и моделирования алгоритмов углового разрешения объектов в автомобильных радарах будем использовать радар, который состоит из двухканального передатчика и восьмиканального приемника. Полоса сигнала 76-77 ГГц. Моделирование будет производиться в среде MATLAB.

В данной работе был сделан обзор (исследование) применяемых методов углового разрешения объектов и структур FMCW-радаров, в том числе с активными фазированными решетками.

РЛС с фазированными антенными решетками. В первых радиолокационных системах использовались антенные решетки, образованные комбинацией отдельных излучающих элементов (излучателей). Такие антенны восходят к рубежу двадцатого столетия. Характеристики антенны определяются геометрическим положением излучателей, а также амплитудой и фазой сигналов возбуждения. По мере развития радиолокации в сторону более коротких длин волн решетки были вытеснены простыми антеннами, такими как параболические зеркальные антенны. На современном этапе развития радиолокационных приложений появление электронно-управляемых фазовращателей, переключателей и модулей передачи/приема в очередной раз вновь привлекло внимание разработчиков к фазированным антенным решеткам. Апертурное возбуждение теперь может модулироваться путем управления фазой отдельных элементов, чтобы создавать излучение методом электронного сканирования. Существенные преимущества ФАР с электронным управлением по сравнению с зеркальными антеннами заключаются во времени, необходимом для направления излучения, и гибкости в его контроле. Если первым радарам требуются секунды для перевода луча в новое положение, то для ФАР достаточно микросекунд. Кроме того, новое положение луча может находиться в любой точке полусферической области пространства.

Также были затронуты такие структуры как классическое механическое сканирование лучом, линза для формирования набора лучей, электронное сканирование, ФАР из подрешеток, разреженная и расшита антенна, ММО системы, распределенные некогерентные и псевдокогерентные радары на основе ММО.

Возникло понимание того, что для улучшения разрешения необходима большая апертура антенны, либо физическая (множество каналов и подрешеток), либо виртуальная, как в ММО.

Разрешение измеряется по 2 одинаковым точечным целям на одной дальности, находящиеся на разных угловых положениях. Минимальное угловое расстояние, когда возможно обнаружение 2 целей, и определяет угловое разрешение. При этом вероятность обнаружения не учитывается, то есть ОСШ велико и цели гарантированно обнаруживаются.

### *Библиографический список*

1. Фарина, А. Цифровая обработка радиолокационной информации. Сопровождение целей [Текст] / А. Фарина, Ф. Студер. – Пер. с англ. – М.: радио и связь. – 1993. – 320 с.: ил.
2. Balanis C. A. - Antenna Theory - Analysis and Design.

**ОБРАБОТКА СИГНАЛА В ПРИЁМНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ АНТЕННОЙ РЕШЁТКЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Изучение морских глубин связано как с исследовательской деятельностью, так и с практико-экономической. Осуществление связи между подводными аппаратами, аквалангистами и надводными кораблями сложно и весьма затруднительно. Так называемая «подводная связь» осуществляет приём и передачу сообщений с помощью акустических сигналов. Помимо трудностей, связанных с такими факторами, как многолучевое распространение, малая доступная полоса пропускания и сильное ослабление сигнала, существует также проблема, связанная с осуществлением множественного доступа с разделением по времени (TDMA). Если в подводной связи принимает участие более 2-х пользователей, они поочередно используют один акустический канал.

По теме создания акустических антенных решёток (ААР) проводятся различные исследования. Например, в [1] описана разработка мощных ААР, а в [2] описан принцип работы алгоритма для электронного управления лучом диаграммы направленности ААР. Цель данной работы по обработке звукового сигнала в приёмной ААР заключается, главным образом, в проверке гипотезы о том, возможно ли различить два одновременно принимаемых с разных направлений звуковых сигнала в приёмной акустической антенной решётке. Если данная гипотеза подтвердится, следующим шагом будет создание алгоритма, позволяющего осуществить разделение одновременно принимаемых сигналов.

Методика исследования заключается в следующем. Первостепенной задачей является определение характеристик сигналов, по которым можно определить направление источника. Для исследования этого вопроса был проведён следующий эксперимент. Был создан макет, состоящий из ААР (4-х микрофонов со встроенными усилителями), точечного источника звукового сигнала, источника питания, звуковой карты «QuataFire 610» и компьютера.

Микрофоны подключены к четырём входам звуковой карты, способной производить запись одновременно по всем каналам, точечный излучатель подключен к одному из выходов этой звуковой карты. На динамике воспроизводится синтезированный синусоидальный сигнал со следующими характеристиками: амплитуда: 0,3 мВ, частота: 5 кГц, длительность: 2 мс. Запись принимаемого микрофонами сигнала производится на компьютере. ААР принимает акустическую волну от одного динамика с маленькой диафрагмой. Проводится несколько замеров, отличающихся ориентацией микрофонной ААР относительно точечного источника. Полученные результаты проанализированы с использованием программного обеспечения "Matlab". В результате были получены графики зависимости разности фаз каналов, имеющих разное расстояние до динамика, от угла поворота приёмной антенной решётки.

Дальнейшим шагом является создание алгоритма, позволяющего получить информацию о направлении источника сигнала (об угле его отклонения относительно приёмной антенной решётки) по разности фаз каналов и исследование возможности разделения двух одновременно принимаемых с разных направлений сигналов.

***Библиографический список***

1. **Красненко Н. П., Кудрявцев А. Н., Раков А. С., Раков Д. С., Шендрик Д. А.** Мощные акустические антенные решетки. – 2013. – №4(30). – С. 86-90.

2. Красненко Н. П., Кудрявцев А. Н., Раков А. С., Раков Д. С., Шендрик Д. А. Акустическая антенная решетка с электронным управлением лучом диаграммы направленности. – 2013. – №3(29). – С. 53-57.

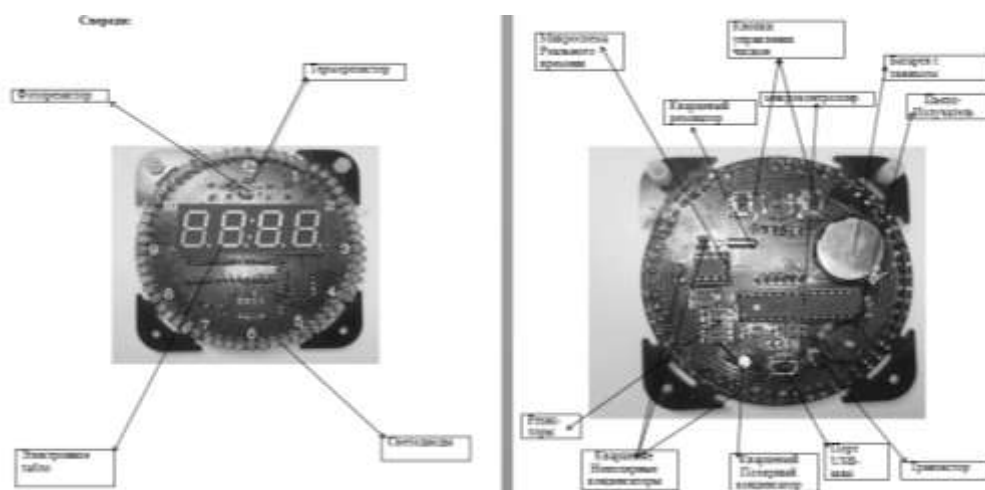
УДК 1.2

ШМЫРОВ Е.Д.

## ИЗУЧЕНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ЧАСОВ

Школа МАОУ №85

Достаточно высокая точность электронных часов по сравнению с механическими часами и дальнейшее развитие микроэлектроники привели к почти полному вытеснению механических стрелочных часов к концу XX века из жизни человека. Основа электронных часов – кварцевый генератор стабилизированных электрических колебаний, с микросхемой, предназначенной для вычисления времени и вывода сигналов на цифровой дисплей. Часы с питанием от сети переменного тока могут не иметь собственного генератора и использовать частоту сети. Главная деталь кварцевого генератора — резонатор, пластинка из кварца нужного размера. От размера зависит частота собственных механических колебаний пластинки. Резистор – пассивный элемент электрической цепи. Способности ограничивать ток, создавая для него препятствие, чаще всего используют для деления или уменьшения напряжения, управления силой тока. Конденсаторы представляют собой электронные устройства, которые имеют две проводящие поверхности (пластины), разделенные изолятором (диэлектриком). Конденсатор может не только накапливать энергию, но и отдавать ее. Транзистор – это электронный компонент, который управляет высоким током с помощью низкого. Пьезокерамические излучатели (пьезоизлучатели) — электроакустические устройства воспроизведения звука, использующие пьезоэлектрический эффект пьезоизлучатель. Микросхема DS1302 содержит часы реального времени с календарем в реальном времени, без его отображения на цифровом табло. Электронные табло-часы — устройства, предназначенные для отображения текущего времени, даты и температуры. Светодиод — это полупроводниковый прибор, преобразующий электрический ток непосредственно в световое излучение. Фоторезистор — это резистор, который автоматически изменяет свое сопротивление в зависимости от количества света, который на него попадает. Терморезистор – это полупроводниковый прибор, сопротивление которого зависит от его температуры. STC15W408AS – 8-битный микроконтроллер — это специальная микросхема, которая предназначена для управления различными приборами и электронными устройствами; позволяет не только контролировать их работу, но и обеспечивать взаимодействия между ними.





### *Библиографический список*

1. <https://theoryandpractice.ru/posts/438-kak-rabotayut-elektronnye-chasy>  
<https://bitkit.com.ua/ru>
2. <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1111131>
3. <https://radiolis.pp.ua/esp8266-stm32-iot-microcontrollers/39-2020-10-29-16-57-47/75-stc15w408as>

---

---

# Конструирование и технология радиоэлектронной аппаратуры

---

---

УДК 681.3

АРХИПОВ Д.С.

## ПОСТРОЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЗДАНИЕМ BMS

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им Р.Е. Алексева

Система управления зданием BMS (BUILDINGMANAGEMENTSYSTEM) (далее по



тексту – система) или система энергоменеджмента здания (BEMS), представляет собой автоматическое централизованное управление системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, холодоснабжением, электроэнергией и электроосвещением, водоснабжением и канализацией, лифтовым и подъемным оборудованием, контролем и учетом потребления энергоресурсов, контролем доступа, системами безопасности и другими взаимосвязанными системами [1]. Цель автоматизации зданий заключается в повышении комфорта пользователей, эффективной эксплуатации систем здания, снижении энергопотребле-

ния, снижении затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание и повышении безопасности.

Большинство коммерческих, институциональных и промышленных зданий, построенных после 2000 года, должны включать в себя BMS [2], в то время как более старые здания могут быть переоборудованы новыми BMS.

Основные принципы построения современных BMS систем:

- **Интеграция.** Инженерные системы и оборудование зданий должны быть интегрированы в BMS систему и алгоритмически связаны. Например, системы отопления, вентиляции и кондиционирования должны работать совместно, чтобы обеспечить эффективное управление климатическим режимом здания, а также обеспечивать требования пожарной безопасности (отключение приточно-вытяжных установок, при срабатывании автоматической пожарной сигнализации);
- **Энергосбережение.** Автоматизация управления инженерным оборудованием здания в BMS системах позволяет значительно снизить затраты на энергообеспечение и снизить эксплуатационные издержки содержания зданий.
- **Мониторинг и управление.** Мониторинг и управление являются ключевыми факторами для эффективной работы BMS систем. Они включают в себя непрерывный мониторинг параметров: температура, освещенность, влажность, контроль потребления энергоресурсов, исправность инженерных систем, отслеживание аварийных режимов работы, контроль доступа и проч., а также возможность удаленного управления каждой из систем и быстрое устранение неисправностей и аварийных режимов работы оборудования.
- **Аналитика и оптимизация.** Данные, полученные в результате мониторинга, должны быть проанализированы и использованы для оптимизации работы системы для снижения эксплуатационных издержек.

- Безопасность. Системы безопасности являются неотъемлемой частью автоматизированной системы управления зданием. Они включают в себя системы автоматической пожарной сигнализации и оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, противодымной вентиляции, контроля работы приточной и вытяжной вентиляции, кондиционированием и отопления здания, управления насосной станцией водяного пожаротушения, контроля доступа и видеонаблюдения и тд.

### ***Библиографический список***

1. Krstic, Gjoko. "I Own Your Building (Management System)". Applied Risk. Retrieved 11 November 2019.
2. Официальный сайт компании Siemens. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.siemens.com/global/en/products/buildings/automation.html>

УДК 47.14.17

БАРЫШЕВ В.Д.

## **СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ЖГУТОВ**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им Р.Е. Алексеева

Традиционным способом проверки целостности электрических проводников является их “прозвонка” с целью осуществления контроля целостности, правильности монтажа, это применимо ко всем типам соединяющих элементов электрических цепей: одной из разновидностей которых являются жгуты. Жгуты в обобщенно представляют собой изделие, имеющее в составе более одного кабеля или провода объединённое разъёмами. Массовое использование жгутов и производство требует большого количества трудозатрат, при живом труде что является не приемлемым в современных условиях производства и требует автоматизации.

Применение жгутов как неотъемлемого компонента при производстве любого типа техники накладывает требования к их надёжности и долговечности, в первую очередь исключение подвижности паянного соединения, применение многожильных проводов, совершенствование изоляции всё это не решает проблему выхода из строя со временем в следствие механических повреждений, неправильной эксплуатации и выхода из строя техники в следствие короткого замыкания как следствие вызывающее повреждение проводников термическим воздействием так же стоит отметить неверные режимы эксплуатации при которых провода со временем отгорают. В следствие появляется необходимость проверки не только при производстве, но и при обслуживании и поиске неисправностей.

Проведя анализ имеющихся на рынке устройств, выяснилась их не совершенность по ряду параметров таких как импортная элементная база, высокая стоимость, сложность эксплуатации и обслуживания, массогабаритные характеристики. В данной статье обоснована целесообразность разработки собственного устройства на отечественной элементной базе.

Определено направление разработки и необходимые характеристики, такие как: проверка не менее 250 электрических цепей одновременно по целостности электрических соединений и на отсутствие замыканий в испытываемых жгутах. Питание осуществляется через источник бесперебойного питания с защитой от импульсных помех для электронной аппаратуры и компьютеров максимальной задаваемой мощностью не менее 1000 ВА. Тест проверяемого жгута осуществляется посредством выдачи в каждую из подлежащих контролю цепей сигнала определенного уровня, последующего чтения на выходных цепях жгута и сравнения поданного сигнала с прочитанным. АСК Выполнено на базе промышленного ПК и

плат цифрового ввода-вывода Части монтируются в рэковую стойку 19 дюймов для быстрого демонтажа и обслуживания.

Белов, С.П. Б43 Разработка экономичных тестеров жгутов на основе транзисторов и уменьшенного количества анализаторов сигналов: монография [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2019. – 136 с. – Режим доступа: <http://nkras.ru/arhiv/2019/belov.pdf> – Систем. требования: IBM PC; Internet Explorer и др.; Acrobat Reader 3.0 или старше

УДК 004

БОЧКАРЕВА М.Д.

## НОВЫЙ МЕТОД ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ И ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им Р.Е. Алексева

На сегодняшний день существует много методов и способов проведения занятий, которые помогают студентам в полной мере усвоить материал, заинтересоваться темой, которую рассказывает преподаватель на лекциях.

Чтобы увлечь студентов, преподаватель пробует разные подходы проведения занятий и закрепления полученных знаний, подстраиваясь под самих обучающихся. Немаловажную роль для усвоения полученной информации имеет комфортная обстановка на занятиях, а также обратная связь и подача материала. Все большую значимость приобретают методы, имеющие игровой характер с элементами соревнований [1]. При таком подходе сами занятия и оценка знаний превращаются в некое подобие игры, имеющей учебные свойства.

На примере разбора темы «Оформление Web-страниц» рассмотрим особенности работы продукта, предназначенного для внедрения его на таких дисциплинах как «Информационные технологии» и «Компьютерные технологии в науке и образовании». Были разработаны электронные методические указания, содержащие меню (рис.1), позволяющие выбирать нужный элемент, и сами разделы, отображающие информацию по отдельным разделам данной темы.

В части меню «Практика» студентам предлагается выбрать тест, представленный в форме кроссворда (рис.2) и варианты заданий для выполнения лабораторной работы.

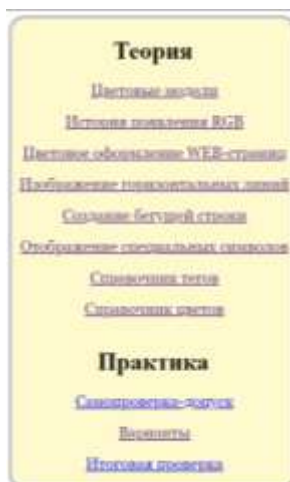


Рис.1. Меню ЭМУ



Рис.2. Пример кроссворда

Кроссвордов два: первый является допуском к выполнению заданий – он с небольшим

количеством вопросов, второй – итоговая самопроверка знаний и их закрепление (количество вопросов уже больше).

Данный продукт был апробирован в группах магистров и бакалавров очной и заочной формы обучения АПИ НГТУ, после чего все замечания и пожелания были учтены и внесены в работу. Необычный подход к проведению занятий был положительно принят студентами, что говорит о значимости игровых подходов. А оценка знаний в виде игр, например, в форме кроссвордов, располагает студентов к обучению и запоминанию.

---

**Пакшина, Н.А.** Исследование целесообразности применения игровых технологий обучения в высшем образовании / Н.А. Пакшина, Ю.П. Емельянова // Информатика и образование. – 2016. – № 2. – С. 53–55.

УДК 53.083.6

БРУСИЛОВ А.С.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ УСТОЙЧИВОСТИ ОПТИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ НА БАЗЕ ДАТЧИКОВ НАГРУЗКИ**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им Р.Е. Алексеева

При создании и эксплуатации контрольно-измерительных приборов и аппаратуры, а также стендов и установок на их основе необходимо учитывать различные факторы, существенным образом влияющие на точность, повторяемость и предсказуемость измеряемых величин. К таковым относятся помехи внешние и внутренние, создаваемые на уровне механических воздействий – нагрузок, вибраций, электромагнитных и температурных полей и т.п. В частности, например, процесс сборки стенда, использующего в своем составе оптическое, оптико-механическое или оптико-электронное оборудование особенно критично связан с вопросом минимизации вибраций, а также повышения устойчивости несущих поверхностей стенда [1].

Существующие фундаментальные решения, такие как виброизолированные оптические столы и инерционные платформы достаточно дороги и существенно увеличивают массу и габариты стенда, тем самым ограничивая его мобильность и повышая требования к месту размещения [2].

В качестве доступной альтернативы предлагается система контроля устойчивости практически любой легкой оптической платформы, основанная на использовании распределенных под поверхностью платформы датчиков нагрузки. Анализ сигналов с датчиков, осуществляющийся посредством микроконтроллера, позволяет оценивать вклад в устойчивость и виброзащищенность каждого устанавливаемого элемента в режиме реального времени в течение всего процесса сборки стенда и выдавать рекомендации по изменению его положения или, при невозможности этого, по установке противовесов.

Для отработки методик диагностики вибраций и неравномерности распределения веса устройств на поверхности платформы был изготовлен макет системы с применением специально разработанных датчиков нагрузки с цифровым выходом, использующих в качестве чувствительного элемента тензометр сжатия. Проведенная калибровка системы из 4-х датчиков и микроконтроллера, закрепленной на легкой 7-мм алюминиевой плите, при размещении на последней эталонных грузов и источников высокочастотных и низкочастотных вибраций, показала хорошую корреляцию ( $\ll 5\%$  по амплитуде динамических сигналов и статической нагрузки) зарегистрированных сигналов с результатами расчетов. В качестве модельного стенда на платформе была собрана и успешно испытана схема интерферометра Майкельсона, чувствительного к любым видам механических воздействий.

Проведенные испытания и экспериментальные исследования стали источником базовых исходных данных для модернизации и оптимизации системы контроля, что позволило сделать ее более универсальной, чувствительной и масштабируемой. Результаты доработки системы и ее внедрения в практическую деятельность оптической лаборатории готовятся к публикации в отдельной статье.

### **Библиографический список**

1. Ефремов А.А., Законников В.П., Подобранный А.В., Сальников Ю.В. Сборка оптических приборов, М.: Высшая школа, 1983 – 319 с.
2. Райан С. Как работают современные оптические столы для высокоточного применения // Элек.Ру, апрель, 2018г.

УДК 608.2

ГУСЕВ М.Н.

### **РАЗРАБОТКА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В ЧАСТНОЙ ЗАДАЧЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева

В процессе теоретического анализа изделия и его возможностей используются математические модели. Для моделирования летательного аппарата, в частности, используется цифровой комплекс математического моделирования (ЦКМ).

Целью работы является разработка параллельного алгоритма отработки методики для ЦКМ. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Создать приложение, имеющее доступ к ЦКМ, начальным условиям и результатам.
2. Разработать алгоритм отработки методики для ЦКМ с возможностью распараллелить задачу.
3. Сравнить время моделирование одного потока и распределённого моделирования.

Ускорить работу можно при помощи незначительных изменений в самом ЦКМ: пути для начальных условия и результаты моделирования будут задаваться в отдельном файле. Таким образом, нам необходимо заменить лишь один файл, а ЦКМ будет обращаться по ним, и записывать результаты [1]. Для подтверждения работоспособности предложенной реализации многопоточного алгоритма произведём сравнительное моделирование отработки методики с последовательной и распределённой обработкой данных [2].

В результате моделирования получены следующие данные.

**Таблица 1**  
**Результаты моделирования**

Количество сценариев	Время алгоритма, [сек]		Отношение времени выполнения последовательного к распределённому
	Последовательное	Распределённое	
15	586	168	3,488
35	1010	292	3,459
75	2231	653	3,417
105	3143	924	3,402

Согласно результатам моделирования с разным количеством сценариев, можно сделать вывод, что распределённый алгоритм отработки методики моделирования ИСУ позволяет

существенно сократить время выполнения программы и в среднем ускорить обработку методики в полтора раза и более.

### *Библиографический список*

1. **Клири, С.** Конкурентность в С++ : асинхронное, параллельное и многопоточное программирование : 16+ / Стивен Клири ; [перевод с английского Е. Матвеев]. - 2 межд. изд. – Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2020. – 302, [1] с.
2. **Черемисинов, Д.И.** Проектирование и анализ параллелизма в процессах и программах [Текст] : [монография] / Д. И. Черемисинов ; Нац. акад. наук Беларуси, Объединенный ин-т проблем информатики. – Минск : Беларуская навука, 2011. – 299, [1] с.

УДК 1.4

ГУСЕВ О.Д.

## **РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВХОДНЫХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им Р.Е. Алексеева

С ростом объема цифровой информации поднимается проблема её анализа. Программное обеспечение, рассмотренное в данной статье, позволяет решить эту задачу. Рассмотрим её возможности и проблемы, с которыми можно столкнуться.

В качестве среды разработки использовался Qt. Главной его особенностью является кроссплатформенность, т.е. возможность использовать программное обеспечение (ПО) на разных операционных системах без внесения изменений в исходный код. Исследуемые данные поступают в программу по протоколу передачи данных CAN (Controller Area Network). Относительно конкурентов, таких как, Ethernet, SPI, RS-485, CAN обладает хорошей помехозащищенностью, скоростью, а также эффективной системой контроля ошибок.

Для получения данных требуется библиотека, позволяющая работать с CAN. Под эту задачу была выбрана библиотека `chai`. Полученные данные сохраняются в контейнер `std::deque`. В среде Qt присутствует его копия `qdeque`, которая работает намного медленнее оригинала. Поэтому целесообразнее использовать именно стандартный контейнер.

Все данные выводятся в числовом, а также графическом виде, что позволяет оценивать переходные процессы. Для визуализации существует несколько сторонних библиотек, таких как `QCustomPlot`, `Qwt`, `qplot`. Изучив их особенности, была выбрана `qplot`, достоинством которой является высокая скорость при работе с большим объемом входных данных.

В разработанном ПО использованы методы цифровой обработки сигнала. К ним относятся цифровая фильтрация и преобразование Фурье. В качестве фильтра используется фильтр скользящего среднего и фильтр Баттерворта. Программа автоматически перестраивается под выбранные пользователем параметры и имеет возможность корректировать частоту для уменьшения искажений в полосе пропускания, вызванной `Warр`-эффектом.

Быстрое преобразование Фурье реализовано с выбором частоты 1,10,100 Гц, что позволяет исследовать спектр сигнала с разной разрешающей способностью. По результатам разложения сигнала в частотной области определяются значения амплитуды и частоты преобладающих сигналов в спектре.

Так же разработан математический блок статической обработки сигналов, позволяющий определить их поведение в разные промежутки времени. Программа рассчитывает и выводит на экран математическое ожидание, дисперсию, среднееквадратическое отклонение, текущее, максимальное и минимальное значения.

Таким образом, программное обеспечение, рассмотренное в статье, имеет все необходимые инструменты для исследования и анализа данных, является универсальным, что позволяет применять его в разных областях.

В настоящее время ПО применяется в тестовом оборудовании, позволяющем проводить сравнительный анализ сигналов датчиков первичной информации. В данный момент ведутся работы по внедрению нейронной сети для автоматизации анализа данных, что позволит ускорить данный процесс и исключить человеческий фактор.

### *Библиографический список*

1. Р. Лайонс Цифровая обработка сигналов: Второе издание. Пер. с англ. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2006 г. – 656 с.: ил.
2. С. Липпман, Ж. Лажойе, Б. Му Язык программирования C++. Базовый курс, 5-е изд. : Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2014. – 1120 с. : ил. – Парал. тит. англ.

УДК 681.2

ИНТЯПИН В.А.

## **РАЗРАБОТКА ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩЕГО ТРАКТА РАДИОВЫСОТОМЕРА БПЛА**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время радиовысотомеры (РВ) стали неотъемлемой частью летательных аппаратов (ЛА), поскольку позволяют определить рельеф местности независимо от ее покрова и атмосферных условий. Появление беспилотных ЛА (БПЛА) предъявило очень жесткие требования к РВ как по габаритам, массе, так и потребляемой мощности. Поэтому возникла задача спроектировать РВ на средние высоты ( $H_{\max}=5000$  м). Наиболее широкое распространение в радиолокации получил импульсный метод измерения высоты [1]. С целью снижения габаритов узлов и высотомера РВ в целом, повышения его точностных характеристик до 0,1 м рабочая частота импульсного РВ была повышена до 35 ГГц, тепришлось выйти на диапазон КВЧ. Однако одним из основных недостатков импульсного РВ является наличие «мертвой зоны»-минимальной высоты  $H_{\min}$  до которой он может работать. Это связано с тем, что требуется время на восстановление работы аппаратуры. Для проектируемого дальномера  $H_{\min}$  должен составить не менее 350 м. Учитывая, что время восстановления составляет порядка 2мкс, из уравнения «мертвой зоны» [1] получена оценка длительности импульса в 200нс.

В докладе определен энергетический потенциал РВ, оценена реально достижимая погрешность измерения высоты РВ на этапе составления общей функциональной схемы. Особое внимание уделено антенне ЛА, так как она должна обеспечивать высокий КПД, формировать узконаправленное излучение под заданным углом, не иметь выступающих частей и отличаться компактностью. Вышеизложенные требования возможно выполнить, используя волноводно-щелевую антенную решетку (ВЩАР) [2], которая широко используется в бортовых радиолокационных станциях, выполняя функции радиовысотомеров и датчиков рельефа местности. ВЩАР представляют собой либо отрезки волноводов с системой щелей на их поверхностях, либо совокупность прямоугольных волноводов с прорезанными на одной из стенок щелями. Ввиду отсутствия выступающих частей, излучающая поверхность ВЩАР может быть совмещена с внешней поверхностью корпуса БПЛА, не внося при этом аэродинамического сопротивления. У ВЩАР могут быть реализованы оптимальные диаграммы направленности [3], так как закон и распределения полей в раскрыве могут быть различными за счет изменения связи излучателей с волноводом. Такие антенны имеют сравнительно простое возбуждающее устройство и просты в эксплуатации. На основе энергетического расчёта передатчика сформулированы требования к средней мощности ВЩАР и рассчитаны основные конструктивные па-



раметры (количество и размеры щелей), обеспечивающие заданные диаграммы направленности в Е- и Н- плоскостях.

### *Библиографический список*

1. Радиотехнические системы : Учеб. пособие для вузов / М.Ю.Застела и др./ Под ред.М.Ю.Застела – М. : Издательство Юрайт, 2021. – 495с.: ил.
2. Неганов В.А. Современная теория и практическое применение антенн./Предисловие академика Ю.В.Гуляева, под ред.В.А.Неганова- М.: Радиотехника, 2009. – 720 с.: ил.
3. Математические методы прикладной электродинамики / С.Б. Раевский и др.; под ред. С.Б. Раевского. – М., Радиотехника, 2007. – 85 с.

УДК 681.2

ИСАЕВ Е.М.

## **РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ПРЕСЕЛЕКТОРА РАДИОСТАЦИИ**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева

В радиостанциях метрового и дециметрового диапазона длин волн (30 МГц- 400МГц) одним из основных узлов приемного тракта является модуль преселектора (МП) [1], поскольку его характеристики определяют помехозащищенность и надежность всего канала радиосвязи.

Структурная схема МП включает в себя последовательно соединенные: антенный коммутатор; аттенуатор, который ослабляет входной сигнал при большом сигнале (1 В); узел усиления и фильтрации с ФНЧ и ФВЧ, полосно-пропускающие фильтры и фильтры промежуточных частот, коммутатор преселектора, который подает сигнал либо на гетеродин приемника, либо на вход усилителя мощности. Фильтрация необходима для отстройки от частот других радиостанций и подавления комбинационных частот на выходе преобразователей (конверторов) частот [2]. Моделирование работы МП проведенное в [2], позволило выбрать коэффициенты усиления и коэффициенты шума каждого каскада (усилителя) приемного тракта таким образом, чтобы для минимального уровня входного сигнала в 2 мкВ общий коэффициент усиления составил не менее 20 дБ.

Доклад посвящен проектированию электрических узлов МП с выбором отечественной элементной базы. Критериями для выбора принципиальной схемы усилителя высокой частоты послужили такие требования как низкий коэффициент шума и большой динамический диапазон. Для их достижения предложено использовать отечественные малощумящие биполярные транзисторы с большим коллекторным током в схеме с отрицательной трансформаторной X-обратной связью. Для построения фильтров предложено использовать спиральные резонаторы, которые представляют собой четвертьволновые отрезки спиральной линии. Резонатор состоит из однослойной цилиндрической катушки внутри круглого или прямоугольного высокопроводящего экрана. Катушка может быть бескаркасной либо с каркасом, изготовленным из материала с малыми потерями, например, фторопласта. Спирально-резонаторные фильтры изготавливают в виде отдельных секций, которые связываются индуктивно. Расчёт спирально-резонаторных фильтров по заданной характеристике затухания включает в себя определение числа резонаторов, минимальной ненагруженной и нагруженной добротностей крайних резонаторов, коэффициента связи между резонаторами, связи с нагрузками, а также конструктивный расчёт элементов. Для плавной перестройки полосовых фильтров внутри поддиапазонов предложено использовать отечественные варикапы, кото-

рые имеет высокую добротность (не менее 200) и поэтому вносят минимальные потери в общее затухание фильтра в полосе пропускания.

### ***Библиографический список***

1. Проектирование радиоприемных устройств / Под ред. А.П. Сиверса. Учебное пособие для вузов. - М., Сов. радио, 1976. – 486 с.: ил.
2. Исаев Е.М., Савельев В.Н. Моделирование и выбор параметров модуля преселектора приемного тракта// VIII Всероссийская Научно-практическая конференция «Социально-экономические и технические проблемы оборонно-промышленного комплекса России: история, реальность, инновации» - Арзамас: АПИ НГТУ, 2022, с.98-103.

УДК 62-50

КОПОСОВ А.С.

## **УПРАВЛЕНИЕ С ИТЕРАТИВНЫМ ОБУЧЕНИЕМ МНОГОАГЕНТНОЙ СИСТЕМОЙ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ТОПОЛОГИИ СЕТИ И РЕЖИМА АГЕНТОВ**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Метод управления с итеративным обучением (УИО) ориентирован на системы, многократно повторяющие заранее заданную операцию конечной продолжительности, возвращаясь в исходную позицию после каждого повторения так, что начальные условия остаются одинаковыми на всех повторениях. Отличительная особенность УИО состоит в том, что на каждом повторении учитывается информация, полученная ранее в результате работы системы, что позволяет последовательно улучшать точность выполнения операции или какой-либо другой показатель. Однако во время функционирования системы может возникнуть необходимость изменить целевую задачу, что порождает переходную ошибку, которая часто снижает точность ниже допустимого уровня в течение нескольких повторений.

В данной работе рассматривается задача синтеза УИО многоагентной системой при изменении режима работы подсистем (агентов) и топологии сети. Система состоит из одинаковых агентов, которые представляют собой дискретные линейные динамические объекты, повторяющие операцию, одинаково определенную для всех агентов. Операция конфигурируется режимом работы агентов, который устанавливает их параметры и желаемую траекторию выходного сигнала. Желаемая траектория должна воспроизводиться агентом с требуемой точностью на выходе системы. Топология информационной сети определяет подгруппу функционирующих агентов и характер обмена информацией между ними. Переключения режима и топологии происходят в соответствии с определенными внешними правилами.

Синтез управления основан на дивергентном методе векторной функции Ляпунова [1]. С целью уменьшения переходной ошибки, вызываемой изменением режима и подключением новых агентов, предложено специальное правило переключения закона УИО, которое является развитием подходов [2] и [3]. Законы управления, компенсирующие переходные ошибки, находятся из решения задачи минимизации среднеквадратической ошибки и используются только на повторениях, на которых происходят переключения.

Результаты моделирования показали, что предложенный алгоритм переключения управления позволяет значительно снизить величину переходной ошибки как в момент смены режима, так и при подключении новых агентов.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, грант № 21-71-00091, <https://rscf.ru/project/21-71-00091>.

### Библиографический список

1. Галковский К., Емельянов М. А., Пакшин П.В., Роджерс Э. Векторные функции Ляпунова в задачах устойчивости и стабилизации дифференциальных повторяющихся процессов // Изв. РАН. Теория и системы управления. – 2016. – №4. – С. 5-17.
2. Pakshin P., Emelianova J., Emelianov M. Iterative learning control of stochastic linear systems under switching of the reference trajectory and parameters // 2021 29th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED). – 2021. – P. 1311-1316.
3. Kopolov A., Emelianova J., Pakshin P. Iterative Learning Control of Multi-Agent Systems under Changing Reference Trajectory // IFAC PapersOnLine. – 2022. – V. 55. – No. 12. – P. 759-764.
4. Apkarian J., Karam P., Levis M. Workbook on Flexible Link Experiment for Matlab/Simulink Users. Quanser, 2011.

УДК 681.51

КОСТЮК В.И., СОКОЛОВА А.Е., ПЛОТНИКОВ А.А. ЭВАРТ Т.Е.

### АЛГОРИТМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им Р.Е. Алексева

Построение современных систем управления зачастую сопряжено с анализом временных рядов. Одним из способов понимания таких данных является определение динамической системы, порождающей их. Среди перспективных подходов к идентификации нелинейных моделей следует выделить алгоритмы построения нелинейной рекуррентной нейронной сети с экзогенными (внешними) входами (NARX) и алгоритм разряженной идентификации нелинейной динамической системы с управлением (SINDYc)[1]. Цель настоящей работы: разработка моделей для идентификации изолированного бокового движения беспилотного летательного аппарата на основе NARX и SINDYc.

NARX прогнозирует значение, принимаемое исследуемым параметром в момент времени  $k$ , на основе предыдущих состояний. Внешний вход предназначен для введения дополнительного параметра для влияния на прогнозируемые величины. Основное применение рассматриваемого типа сетей – это задачи с анализа и прогнозирования последовательностей [2, 3]. Построение модели NARX, может быть описано следующими этапами: формирование обучающих наборов, разделение исходных данных на тренировочный и проверочный, обучение на разомкнутой модели и проверка полученных результатов в замкнутом контуре.

Основная идея SINDYc заключается в том, что уравнения динамики большинства систем зависят лишь от малого числа состояний этих системы. Таким образом нет необходимости рассматривать все возможные нелинейные комбинации состояний, а достаточно вести поиск в малом наборе зависимостей [1,4]. Тогда задача идентификации нелинейной модели может быть сведена к аппроксимации с помощью линейной обобщенной модели

$$f(x,u) \approx \Theta(x,u)\Xi,$$

где  $\Theta(x,u)$  – библиотека нелинейных функций кандидатов;  $\Xi$  – матрица коэффициентов перекрёстных связей.

Искомая модель вычисляется путём нахождения матрицы перекрёстных связей на основе задачи выпуклой разряженной регрессии с регуляризацией по  $L_1$ , норме.

Результаты моделирования на проверочной выборке и на траектории показали, что сеть NARX и регрессионная модель на основе SINDYc успешно справились с представлением динамики объекта управления. Регрессионная модель показала большее расхождение динамики по сравнению с исходной моделью (в пределах допустимого) по сравнению с NARX, что объясняется её экономностью т.е. учётом только важных связей между элементами.

### *Библиографический список*

1. Брантон С. Л., Куц Дж. Н. Анализ данных в науке и технике / пер. с англ. А. А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 574 с.: ил.
2. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение / пер. с англ. А. А. Слинкина. – 2-е изд., испр. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 652 с.: цв. ил.
3. Хайкин, Саймон Нейронные сети:полный курс, 2-е издание. : Пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с. : ил. – Парал. тит. англ.
4. Fasel, U., Kaiser, E., Kutz, J. N., Brunton, B. W., & Brunton, S. L. (2021). SINDy with control: A tutorial. arXiv Preprint arXiv:2108.13404;

УДК

КРИВОНОГОВ А. В., ЯМПУРИН Н. П.

### **РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им Р.Е. Алексеева

При производстве радиоэлектронных изделий работы по регулировке, проведению контроля процессов и всех видов испытаний занимают до 80% трудоемкости. Решать задачу повышения производительности труда в производстве радиоэлектронных средств (РЭС) возможно только при снижении трудоёмкости контрольных операций. Задача создания установок автоматизированного контроля жгутов на оборонно-промышленных предприятиях была поставлена еще в 2012 году[1], где показано, что для проверки жгутов вручную использовать высокоточные мультиметры и мегаомметры типа АРРА уже нетехнологично.

Предлагается разработать автоматизированную систему контроля качества жгутов, используемых в радиоэлектронных средствах, при этом контролируемый жгут представляется в виде совокупности сигнальных линий.

В настоящее время для проверки целостности жгутов большинство предприятий использует метод «прозвонки» электрических цепей мультиметром или омметром, ведь у существующих приборов проверки жгутов есть свои недостатки. Этот метод занимает длительный промежуток времени и не исключает человеческий фактор, а пропуск дефекта на следующие этапы производства значительно повышает стоимость ремонта изделия.

Из недостатков существующих АСК целостности жгутов можно выделить:

- высокая стоимость прибора и большие габариты;
- невозможность мобильного передвижения приборов, как правило все приборы являются стационарными;
- в некоторых приборах опускается измерение высокого сопротивления проводника.

Ставится задача проектирования мобильного АСК для процесса контроля целостности электрических цепей. АСК должен сводиться к проверке соответствия объекта установленным техническим требованиям, которые можно сформулировать в виде:

- проверка целостности жил в жгуте;
- проверка отсутствия замыкания жил между собой;
- измерение сопротивления в жгуте;
- идентификация жил в розетке;
- до 200 точек проверки;
- возможность замены информации о вновь присоединяемых жгутах к ПК;
- компактность;
- надежность
- длина жгутов до 10 м.

Шейхо А. О внедрении установок электрического контроля жгутов и кабелей на отечественных предприятиях / Москва: «Со-Единение», информационный бюллетень №1 (8), 2012 г.

УДК.004.354.7

КУЗНЕЦОВ И. А.

## РАЗРАБОТКА МАКРОС-КЛАВИАТУРЫ ДЛЯ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

АПИ(ф)НГТУ им. Р. Е. Алексеева, АО «Гринатом»

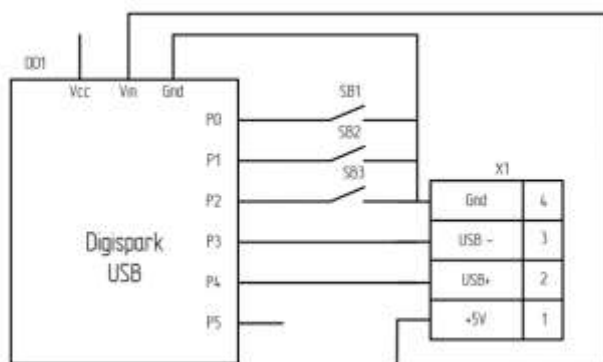
В процессе использования программ персонального компьютера (ПК) возникает необходимость автоматизировать работу в них. Чем больше у пользователя монотонной работы, тем чаще он задумывается: «А можно ли выполнить эти действия при нажатии на одну кнопку?» Решить данную проблему помогают макросы.

Макрос — заранее созданный сценарий, который автоматически выполняет повторяющиеся действия мыши или клавиатуры. С помощью макросов можно быстро открывать любые приложения, совершать сложные команды в один клик и оптимизировать свое взаимодействие с компьютером.

В основе большинства макросов используются сочетания клавиш – «HotKeys», так как сочетания клавиш позволяют выполнять определенные операции.

Для работы с макросами на ПК была разработана 3-х клавишная макрос-клавиатура на основе платы Digispark на базе микроконтроллера ATtiny85. Данная плата была выбрана по следующим причинам: низкая стоимость; малые габаритные размеры; простота подключения к ПК; наличие программного USB, что позволяет ей быть USB HID устройством (клавиатура, мышь, геймпад, MIDI).

Схема клавиатуры представлена на рис. 1, на основе данной схемы был разработан прототип USB-клавиатуры – рис. 2.



**Рис. 1. Схема USB-клавиатуры на основе Digispark**



**Рис. 2. Прототип макрос-клавиатуры**

Данная клавиатура позволяет запускать с помощью нее 3 макроса, которые позволяют автоматизировать часть задач. Для написания макросов надо знать большое количество сочетаний горячих клавиш для операционной системы и для конкретной программы, также необходимо четко понимать процесс, который необходимо автоматизировать, чтобы составить алгоритм работы, который избегает шаги, приводящие к сбою в работе макроса.

УДК 528.526.6

## БЛОК РАЗГОНА ДИНАМИЧЕСКИ НАСТРАИВАЕМОГО ГИРОСКОПА НА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЕ

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е.Алексеева

Развитие систем автоматического управления подвижными объектами, а также навигационных систем летательных аппаратов, настоятельно просит применение компактных прецизионных гироскопов сравнительно низкой цены. В последнее время все чаще применяются динамически настраиваемые гироскопы.

Динамически настраиваемый гироскоп унифицированный (ДНГУ) – это датчик первичной информации, получивший широкое распространение в качестве датчика угловых скоростей благодаря своей высокой точности, небольшой стоимости и малому времени готовности [1].

Возникает необходимость разработки печатного узла блока разгона (БР) на отечественной элементной базе.

Система управления динамически настраиваемым гироскопом (ДНГ) должна на выходе осуществлять разгон и поддержание резонансной скорости двигателя гироскопа. Необходимо увеличить его быстродействие и повысить точность. Система управления динамически настраиваемого гироскопа должна при разгоне автоматически позиционировать маховик таким образом, чтобы свести к минимальному значению емкостных датчиков угла.

Для разработки БР ДНГ были учтены следующие параметры устройства:

Питание устройства осуществляется от бортовой сети  $27 \text{ В} \pm 3 \text{ В}$  (форсаж), а микроконтроллера МПУ - через преобразователи напряжения.

Преобразователи DC/DC формируют  $5 \text{ В}$  и  $3,3 \text{ В}$  из напряжения  $12 \text{ В}$ .

Напряжение  $5 \text{ В}$  служит для питания датчиков положения. Эти датчики снимают положение ротора, и данные в виде цифрового сигнала проходят через буфер. Эта информация подается на микроконтроллер - микросхема 1986BE91T. Он представляет собой 32-разрядный микроконтроллер, построенный на ядре ARM Cortex-M3, содержащий  $128 \text{ КБ}$  памяти программ Flash-типа и  $32 \text{ КБ}$  ОЗУ. Микроконтроллер предназначен для работы в радиоэлектронной аппаратуре специального назначения.

Зная положение ротора, можно сделать разгон быстрее, а время готовности меньше.

Напряжение  $3,3 \text{ В}$  служит для питания микроконтроллера МПУ и генератора тактовой частоты (в схеме генератор не будет вносить помех, так как непосредственно около него стоит керамический конденсатор, который выполняет роль фильтра и убирает высокочастотные помехи).

В микроконтроллер МПУ также поступает частота с тактового генератора, равная  $12,8 \text{ МГц}$ . Из напряжения  $27 \text{ В}$  формируется двухфазное питание определенной частоты, которое используется для разгона двигателя динамически настраиваемого гироскопа.

От напряжения  $12 \text{ В}$  питаются драйверы (преобразователи уровня). С помощью драйверов открываются силовые полевые транзисторы с частотой, заданной микроконтроллером МПУ.

При выборе элементной базы были учтены требования к проектируемому устройству. Элементная база – отечественного производства, что является преимуществом данной разработки.

---

Юльметова О.С. / Специальные технологии изготовления прецизионных узлов и элементов гироскопических приборов. / Под ред. Валетова В.А. / Юльметова О.С., Щербак А.Г., Челпанов И.Б. / Учебное пособие – СПб: Университет ИТМО, 2017. – 131 с.

## МОНИТОРИНГ СБОРА ДАННЫХ С УЗЛОВ УЧЕТА ГАЗА

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Перед автором была поставлена задача разработать ПО для наблюдения и контроля нормальной работы автоматического сбора данных с узлов учета газа (УУГ).

Программа «Пульт диспетчера» является основным компонентом программного комплекса «Газсеть: Экстра». Она обеспечивает удобную и интерактивную среду для наглядного и доступного представления информации о работе служб и серверов связи [1].

Одной из главных функций является контроль за безопасностью эксплуатации газовых сетей. Приложение предупреждает о возможных аварийных ситуациях, таких как утечка газа, превышение давления или температуры, и позволяет оперативно принимать меры по их устранению (рис 1.).

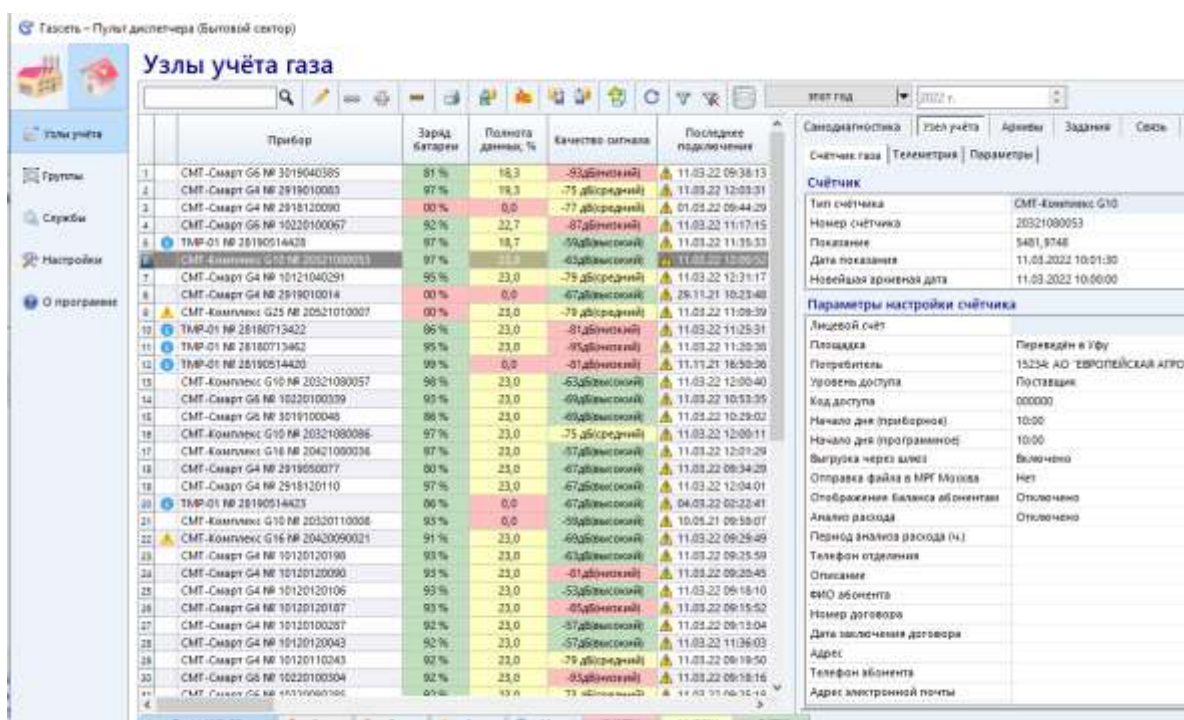


Рис. 1. Интерфейс программы «Газсеть - Пульт диспетчера»

Кроме того, программа анализирует статистику сеансов связи, включая количественные оценки: собираемость данных, качество связи и затраты на связь. Все это позволяет диспетчеру оперативно реагировать на проблемы с передачей данных.

На текущий момент «Пульт диспетчера» используется и поддерживается как часть ПТК «Газсеть» со всем своим функционалом. Все пожелания и требования пользователей по модифицированию и улучшению приложения учитываются разработчиком для представления им наиболее удобной интерактивной среды контроля автоматического сбора данных.

Клуниин А.М., Зотов А.В. Программно-технический комплекс «Газсеть» - базовый элемент интеллектуальной системы учёта природного газа// ООО «Техномер»: сайт. – 2021. – 7 апр. – URL: <https://www.tehnomer.ru/articles/programmno-tehnicheskij-kompleks-gazset-bazovyy-element-in-tellektualnoy-sistemy-uchyeta-prirodnogo/> (дата обращения: 21.04.2023)  
УДК 681.2

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАВИГАЦИОННО-ПИЛОТАЖНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ САМОЛЕТА

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Для решения задач самолетовождения, включающих работу экипажа по обеспечению навигации и пилотирования, на самолетах применяются очень сложные человеко-машинные системы. Пилотажно-навигационная информация поступает к экипажу от бортовых и наземных технических средств, от системы управления воздушным движением или непосредственно через наблюдение внешнего пространства [1].

Информационная система навигационно-пилотажных параметров самолета – это система, обеспечивающая автономное измерение и индикацию пространственного положения ЛА за счет замены ряда резервных пилотажно-навигационных электромеханических приборов, поэтому широкое развитие и применение находят гироскопические приборы ориентации (ГСО) подвижных объектов.

Назначение ГСО: определение угла движущегося объекта (ракеты, ЛА и др.) относительно некоторой опорной системы координат, которая может быть связана с гироплатформой или вычисляется аналитически на основе измерений каких-то отдельных параметров ориентации, например, углов, угловых скоростей или ускорений.

ГСО делят на два класса: платформенные и бесплатформенные (бескарданые) (БСО). В первом используются гироскопические стабилизированные платформы (ГСП). Во втором, имеет место бесплатформенная схема построения ГСО.

Информационная система навигационно-пилотажных параметров самолета на базе бескарданной системы ориентации, встроенных датчиков давления и активной матричной жидкокристаллической панели предназначена для измерения, индикации и выдачи потребителю гиромагнитного курса, углов крена и тангажа, барометрической высоты, приборной скорости, вертикальной скорости, числа Маха. Структурная схема системы состоит из блока ориентации и индикации (БОИ), и магнитометра МА-8.

Блок БОИ устанавливается на приборную доску и включает в себя ЖК-индикатор, блок чувствительных элементов, датчик давлений и электронные модули.

Система имеет три основных режима функционирования: тест-контроль, начальная выставка, работа.

Гироскопы и акселерометры, размещаются на корпусе ЛА в виде блоков, жестко укрепляющихся на нем, если построение системы ориентации является бесплатформенным. Отсюда, начальная выставка БСО – либо геометрический способ системы координат  $Oxyz$ , либо аналитический метод  $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$  относительно географической системы координат  $OENH$ .

Таким образом, современные БСО – сложный комплекс устройств измерения: гироскопов и акселерометров, и вычислителя – бортовая ЦВМ. В БЦВМ поступает информация о параметрах, которые характеризуют реальное движение объекта, однако объем поступающей информации ограничен.

Вычисление параметров ориентации в БСО происходит с помощью функционального алгоритма (математическая модель) БСО, который включает в себя соответствующие уравнения, аналитические зависимости и соотношения, устанавливающие связь между измеряемыми векторами и величинами [3].

Отметим, что в качестве переменных в уравнениях определения параметров ориентации имеет смысл использовать направляющие косинусы или параметры Родрига–Гамильтона [4].

Построенная математическая модель БСО должна отвечать следующим требованиям:



- основой алгоритма должны быть строгие механико–математические зависимости;
- упрощенная форма алгоритма.

Наконец, чтобы точность автономной работы информационной системы навигационно-пилотажных параметров была достаточно высокой, как правило, применяют калибровку, т.е. в процессе работы происходят уточнения различных систематических составляющих погрешностей инерциальных чувствительных элементов [2]. Тогда задачу калибровки можно сформулировать как оценку систематической составляющей по измерениям, которые «засорены» погрешностями.

### ***Библиографический список***

1. Бранец В.Н. Введение в теорию бесплатформенных инерциальных навигационных систем/ В.Н. Бранец, И.П. Шмыглевский – М.: Наука, 1992. – 253с.
2. Дмитроченко Л.А. Основы проектирования алгоритмов инерциальных навигационных систем/ Л.А. Дмитроченко - М.: МАИ, 1987. – 38с.
3. Савёлова Т.И., Иванова Т.М., Сыпченко М.В. Методы решения некорректных задач текстурного анализа и их приложения: Учебное пособие. М.: НИЯУ МИФИ, 2012. - 268 с.
4. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем / В.В.Матвеев, В.Распопов / Под общ. ред. д.т.н. В. Я. Распопова. - СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2009. - 280 с.

УДК 621.31

ПОНОМАРЕВ А.В.

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЗЕРВНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ С СИНУСОИДАЛЬНОЙ ФОРМОЙ НАПРЯЖЕНИЯ НА ВЫХОДЕ**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева

Источники резервного сетевого питания нашли широкое применение в бытовых и промышленных задачах. Ни одна охранная или пожарная система не обходится без резервного питания, а стабильная работа циркуляционных насосов, энергозависимых газовых котлов или холодильников требует не только бесперебойной подачи питания, но и предъявляет высокие требования к его характеристикам.

В докладе обсуждаются результаты проектирования маломощного резервного источника питания (РИП) с напряжением синусоидальной формы на выходе.

Основным типом нагрузки для разрабатываемого РИП является циркуляционный насос системы отопления частных домовладений. Выходная генерируемая мощность РИП в режиме инвертора должна быть не менее 100 Вт, а КПД преобразования постоянного напряжения аккумулятора 12 В в переменное 230 В при частоте 50 Гц должно составлять не менее 90%.

Выходным звеном РИП является линейный сетевой повышающий трансформатор, на первичную обмотку которого приходит «синус» амплитудой 12 В. Данный сигнал формируется схемой H-моста на полевых транзисторах и сглаживается низкоимпедансным LC-фильтром. Питание H-моста осуществляется от шины +12 В. Сетевое напряжение через контакты реле поступает к нагрузке и на высоковольтную обмотку трансформатора. Снимаемое напряжение с низковольтной обмотки поступает на узел заряда аккумулятора. При отсутствии сетевого напряжения детектор сети фиксирует данный факт и передает информацию на блок управления, который разрешает работу формирователя ШИМ сигналов. Нагрузка на короткий промежуток времени обесточивается, далее размыкается выходное реле и РИП в режиме инвертора начинает генерировать напряжение в нагрузку от аккумулятора. При восстановлении подачи сетевого напряжения детектор определяет его наличие, генерация оста-

навливается, замыкается выходное реле для перевода нагрузки на сеть и включается режим зарядки аккумулятора. Структурная схема силовой части РИП представлена на рисунке.

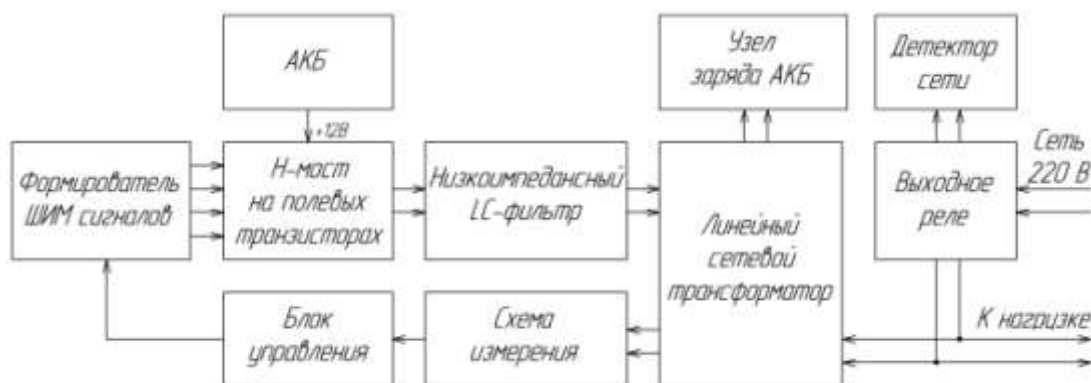


Рис. 1.

Описанный принцип построения силовой части РИП не является типовым при проектировании инверторов с синусоидальным напряжением на выходе. Учитывая область применения и потребность рынка в маломощных РИП для выполнения узкого круга задач, данный принцип построения позволяет снизить конечную стоимость изделия и повысить его конкурентоспособность.

УДК 621.3

РОМАНЦОВ А.В.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ 3D-ПРИНТЕРА С ФУНКЦИЯМИ ПЛОТТЕРА И ФРЕЗЕРА

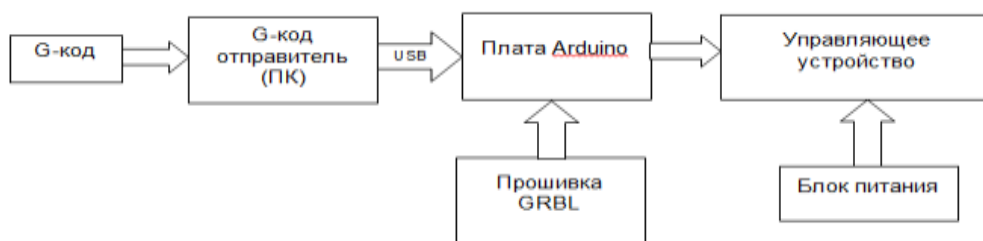
Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева

В данном докладе рассматривается возможность реализации системы управления 3D-принтером функции фрезера и плоттера с использованием встроенного в ПК блока управления.

Изменение точности работы 3D-принтеров и станков с ЧПУ в процессе эксплуатации, происходящее под действием различных внешних воздействующих факторов приводит к появлению как допустимых, так и недопустимых повреждений либо в самом станке, либо в устройстве управления (УУ) или в программном обеспечении [1].

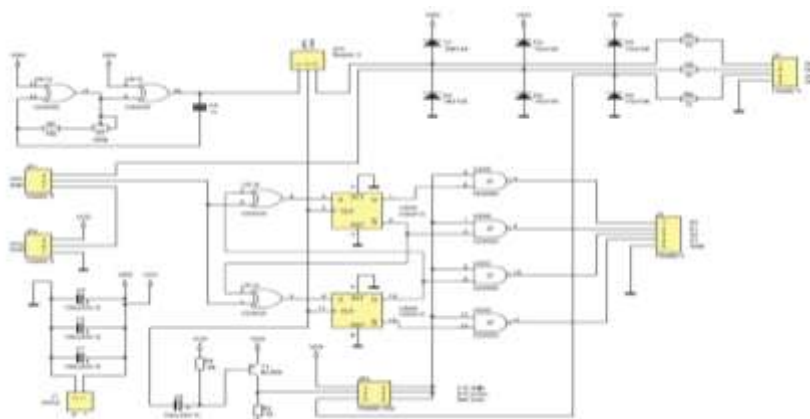
Повреждения, которые приводят сразу к остановке станка с ЧПУ или к недопустимым условиям его работы, являются причинами отказов его функционирования. Часто эти отказы являются следствием неправильных методов конструирования, технологии изготовления станка или нарушений при его эксплуатации.

Поэтому в целях расширения функциональных возможностей проектируемого 3D-принтера была разработана структурная электрическая управления 3D-принтером с функциями режущего плоттера и фрезера, которая представлена на рис. 1.



**Рис. 1. Схема структурная электрическая управления 3D -принтером с функциями режущего плоттера и фрезера**

На основании разработанной структурной схемы была разработана электрическая принципиальная схема УУ, которая представлена на рис. 2.



**Рис. 2. Схема электрическая принципиальная устройства управления 3D -принтером**

П.Ю. Бунаков, Э.В. Широких: Станок с ЧПУ. От модели до образца. - ДМК Пресс, 2017 г. - 119 с.

УДК 50.41.29

СОРОКИН Д.А., СТОЛЯРОВ Н.А.

**СОЗДАНИЕ КОМПЛЕКСА ПРОГРАММНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ  
ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ КОНТРОЛЯ И СБОРА ИНФОРМАЦИИ  
С РАЗЛИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ И СТЕНДОВ**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Используемая методика проведения испытаний изделий с использованием двухступенных стендов в сочетании с климатической камерой обеспечивает выполнение калибровочных испытаний, но данная методика имеет низкую производительность и крайне зависима от влияния человеческого фактора. В целях модернизации данной методики предлагается разработать и внедрить систему информационного контроля, основанную на комплексе различных по функционалу программ.

Автоматизация отвечает современным задачам по увеличению количества калибровочных и проверяющих испытаний, что ведёт к росту объёма выпускаемой продукции. Автоматизация процесса контроля проведения испытаний ведёт к оптиматизации работы сотрудни-



## РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЙ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ЯДРА LINUX

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

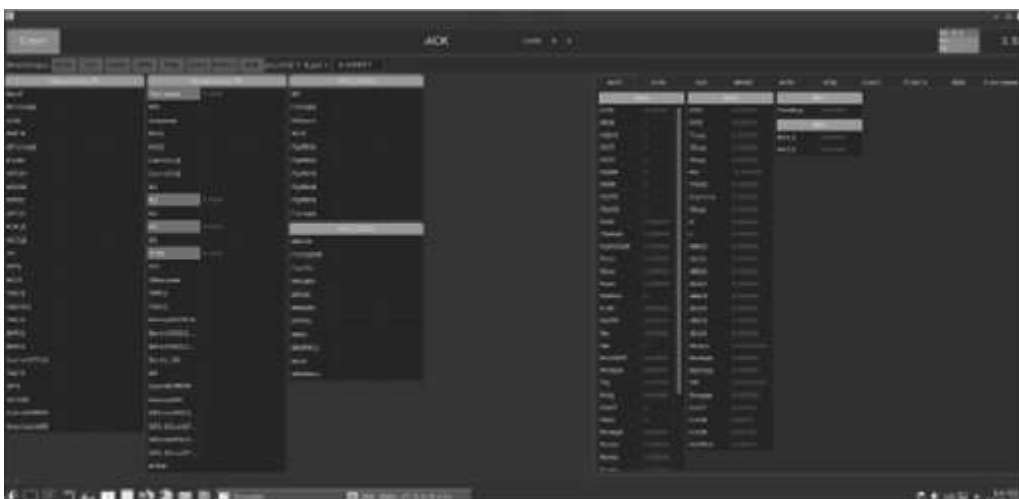
Linux относится к семейству UNIX-подобных операционных систем на базе ядра Linux, включающих довольно большой выбор программных средств, библиотек, инструментов, тот или иной набор утилит и программ проекта GNU. Системы, основанные на ядре Linux, как и само ядро, обычно создаются и распространяются как свободное и открытое программное обеспечение

Реальное время в операционных системах — это способность операционной системы обеспечить нужный уровень сервиса в определённый интервал времени. Главное отличие таких систем от всех остальных в скорости обрабатывания внешних сигналов, а также в своевременном реагировании.

Изделия, производимые на предприятии, должны отличаться высокой стабильностью, ведь запаздывание или нестабильность частоты обмена приведет к ухудшению обеспечения и контроля точностных характеристик, потере актуальности результатов и увеличению их стоимости. Поэтому персональный компьютер должен находиться под управлением операционной системы реального времени.

Чтобы обеспечить бесперебойное функционирование таймера реального времени и потоков, которые зависят от него, под них было выделено отдельное ядро центрального процессора, на котором выполняется только их код, т.е. диспетчер потоков операционной системы игнорирует выбранное нами ядро и не задействует его для выполнения каких-либо параллельно идущих задач.

В качестве первой Linux системы для разработки программного обеспечения проверки изделий была выбрана ОС Fedora. Данный выбор обусловлен тем фактом, что в свободном доступе имеется ядро реального времени, которое необходимо установить для обеспечения требуемого функционала.



**Рис. 1. Интерфейс АСК под ОС Linux**

Среда разработки, использованная при написании программы – Qt Creator. Она позволяет создать программную часть, реализующую алгоритмо-функциональную составляющую приложения, а также внешнюю визуальную оболочку программы (интерфейс), с которой взаимодействует пользователь.

## Библиографический список

1. Brian Ward. Внутреннее устройство Linux. -24 с. — СПб.: Питер, 2016. — (Серия «Для профессионалов»).
2. Jonathan Corbet, Alessandro Rubini. Linux Device Drivers. – 12 с. Авторское право . - 2005, 2001, 1998 O'Reilly Media, Inc

УДК 004.4

УСТЮЖАНИН И.П., ХАРИТОНОВ Л.С., БОЧКАРЕВА М.Д., ЭВАРТ Т.Е.

### РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ НА ЯЗЫКЕ C++ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАТФОРМЫ XAMARIN.FORMS

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им Р.Е. Алексеева

Электронные обучающие средства считаются всё более необходимыми для того, чтобы сделать образовательный процесс эффективнее. Это связано с тем, что информатизация учебного процесса даёт отличные результаты, а цифровые пособия имеют множество преимуществ перед «классическими» бумажными учебниками.

Существует множество путей создания обучающих программ. Однако, согласно статистике [2], пользователи предпочитают иметь именно автономные нативные приложения, что особенно актуально для мобильных платформ.

Целью данной работы является разработка мультиплатформенного приложения для изучения программирования на языке C++.



Рис. 1. Скриншоты страниц приложения

Xamarin.Forms является инструментом для разработки кроссплатформенных приложений с помощью языка C#. При создании такого приложения в папке решения создается не-

сколько проектов: главный (кроссплатформенный, который впоследствии компилируется в dll-библиотеку), а также платформозависимые проекты, содержащие ссылки на главный.

Разработка велась с использованием архитектурного шаблона Model-View-ViewModel (MVVM). Приложение взаимодействует с базой данных SQLite, в которой хранится весь учебный контент, с помощью Entity Framework Core. В основу ЭУП было положено учебное пособие [1], разработанное сотрудниками кафедры «Прикладная математика» Арзамасского политехнического института.

На главной странице приложения (вкладка «Разделы») расположены кнопки для выбора занятий по темам. Нажатие на кнопку переводит пользователя на навигационную страницу, на которой отображается содержимое выбранного раздела. В мобильной версии приложения доступны нижние вкладки «Лекция», «Практика» и «Тест». На вкладке «Личный кабинет» ведётся статистика изучения тем и прохождения тестов. На вкладке «Настройки» можно выбрать цветовое оформление приложения (рис. 1).

Разработанный программный продукт успешно прошёл апробацию у студентов Арзамасского политехнического института, обучающихся по направлениям подготовки «Прикладная математика» и «Информационные системы и технологии». Обучающиеся смогли установить приложение и пользоваться им на устройствах различного типа.

### *Библиографический список*

1. **Лазарева, А.Б., Троицкий, А.В., Жилина, Т.Е.** Использование языка программирования C++ для решения задач высшей математики: учеб. пособие / А.Б. Лазарева, А.В. Троицкий, Т.Е. Жилина; Нижегород. гос. техн. ун-т. – Н. Новгород, 2012. – 334 с.
2. **Смирнов, Е.** Мобильные приложения становятся популярнее сайтов [Электронный ресурс] // CNews, 2013. URL: [https://www.cnews.ru/news/top/mobilnye\\_prilozheniya\\_stanovyatsya\\_populyarnee](https://www.cnews.ru/news/top/mobilnye_prilozheniya_stanovyatsya_populyarnee) (дата обращения: 25.04.2023).

УДК 681.5

ШАБАШОВ А.А., ПЛОТНИКОВ А.А.

## **НЕЙРОСЕТЕВАЯ КОМПЕНСАЦИЯ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ КОНТУРА СТАБИЛИЗАЦИИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В ПЕРЕХОДНОМ РЕЖИМЕ КОРОТКОПЕРИОДИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ**

АО «Арзамасское научно-производственное предприятие «ТЕМП-АВИА»,  
Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева

Одним из ключевых этапов синтеза контура стабилизации (КС) является обеспечение определенного качества переходных процессов (ПП), причём достигается компромисс между скоростью отработки заданного сигнала и запасами устойчивости [1]. Попытка ускорить ПП приводит систему к границе устойчивости, что в общем случае недопустимо. В рассматриваемой работе предлагается увеличить скорость отработки КС за счёт построения компенсатора, производящего адаптивное изменение коэффициентов передачи.

Целью внедрения компенсатора в состав КС является обеспечение быстродействия переходных процессов с сохранением запасов устойчивости в установившемся режиме.

При отработке входного возмущения компенсатор корректирует коэффициенты передачи КС в зависимости от текущего рассогласования в главной обратной связи. В результате ОУ временно переходит на границу устойчивости и происходит быстрая отработка. Затем по мере уменьшения уровня входного сигнала снижается воздействие компенсатора на передаточные числа и таким образом происходит удаление системы от границы устойчивости (т.е.

увеличиваются запасы, замедляются ПП).

Структура компенсатора представляет собой непрерывное взаимодействие двух нейронных сетей (НС). Первая НС обеспечивает изменение передаточных чисел в зависимости от входного сигнала. Вторая НС подстраивает веса первой НС по информации о режиме полёта. Обучение первой сети ведётся с использованием генетического алгоритма по критерию ИВКО, а второй – с применением ELM [2].

Было проведено численное моделирование обработки заданных скачкообразных сигналов в крайних режимах применения и полета по траектории с использованием нелинейного объекта управления.

Анализ результатов моделирования показал, что при обработке в фиксированных режимах компенсатор действительно ускоряет переходный процесс. Это особенно заметно на режиме с низким скоростным напором из-за большой области устойчивости.

При траекторной обработке получены менее однозначные результаты. В силу того, что характеристики объекта управления постоянно меняются, на некоторых участках траектории происходит незначительное замедление переходного процесса при обработке КС растущего значения заданного сигнала. Данная проблема может быть решена корректировкой структуры компенсатора и применением новых методов и алгоритмов обучения НС, поддерживающих многокритериальную оптимизацию.

### ***Библиографический список***

1. Поляк Б.Т., Хлебников М.В., Рапопорт Л.Б. / Математическая теория автоматического управления: учебное пособие. — М.: ЛЕНАНД, 2019. — 500 с.
2. Брантон С. Л., Куц Дж. Н. Анализ данных в науке и технике / пер. с англ. А. А. Слинкина. — М.: ДМК Пресс, 2021. — 574 с.

УДК 511.42

ШКИЛЁВА В.Д.

## **УПРАВЛЕНИЕ С ИТЕРАТИВНЫМ ОБУЧЕНИЕМ ДИСКРЕТНЫМИ МОДЕЛЯМИ С ПЕРЕКЛЮЧАЕМОЙ ЖЕЛАЕМОЙ ТРАЕКТОРИЕЙ И НАСЫЩЕНИЕМ ВХОДНОГО СИГНАЛА**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева

Управление с итеративным обучением (УИО) было разработано для применения в системах, которые повторяют одну и ту же задачу конечной продолжительности, где целью является следование по заданной опорной траектории. Во многих современных системах опорная траектория задается изначально, но есть системы, в которых может потребоваться одно или несколько изменений (переключений) этой траектории. Также в реальных системах присутствуют ограничения на управление, называемые насыщением, которые в свою очередь могут привести к снижению точности процесса обучения до недопустимых значений.

Цель данной работы состоит в построении и исследовании закона управления с итеративным обучением с применением наблюдателя состояния. Для канала портального робота необходимо рассмотреть случай дискретной линейной динамики с переключением опорной траектории и насыщением входного сигнала.

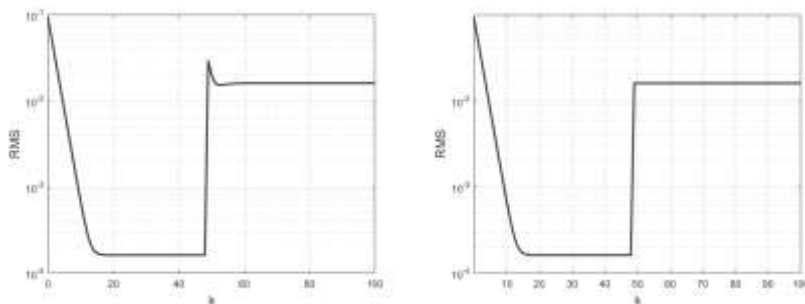
Портальный робот из [1] имеет три ортогональных оси. По каждой из этих осей траектория движения исполнительного органа разделена на составляющие. Также экспериментально получена передаточная функция от управления к перемещению.



Задача состоит в синтезе закона УИО, который позволяет реализовать данную траекторию движения, в изучении влияния переключения опорной траектории с техническими ограничениями на управление.

Исходные:  $T_s = 0.01$  – период дискретизации,  $T = 199$  – продолжительность повторения,  $k_s = 50$  – номер шага, на котором происходит переключение траектории.

Как показано на рис. 1, переключаемый закон УИО устраняет эффект увеличения ошибки при изменении опорной траектории и параметров системы.



**Рис. 1. Динамика изменений среднеквадратической ошибки обучения  $E(k)$  для закона УИО без компенсатора сдвига и с компенсатором сдвига**

Наличие насыщения может привести к недопустимому снижению точности. Очень важным для практики является вывод о необходимости согласования технических ограничений с естественными ограничениями, полученными на основе расчетов.

**Hadowski, L., Galkowski, K., Cai, Z., Rogers, E., Freeman, C.T., and Lewin, P.L. (2010).** Experimentally supported 2D systems based iterative learning control law design for error convergence and performance. *Control Engineering Practice*, 18, 339–348.

УДК 004.4

ЯСТРЕБЦЕВ Е.В.

## РАЗРАБОТКА СПРАВОЧНИКА «ДЕФЕКТНЫЕ ВЕДОМОСТИ» В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА T-FLEX DOCS

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Разработка программного обеспечения – сложный и трудоемкий процесс, требующий от автора полного понимания конечной цели и средств ее достижения. Для автоматизации процесса разработки дефектной ведомости в системе электронного документооборота T-FLEX DOCS было принято решение разработать собственный программный модуль. В результате функционального моделирования данная глобальная задача была разбита на несколько подзадач.

Целью данной работы является разработка справочника «Дефектные ведомости». Его использование позволит повысить скорость гарантийного обслуживания электронных средств, снизить затраты труда при ремонте, а также повысить скорость выполнения рекламационных работ.

Так как справочник разрабатывается в системе T-FLEX DOCS, был произведен краткий обзор ее возможностей. T-FLEX PLM – это информационная MDM-ориентированная платформа для построения PLM-систем любой сложности на основе единого хранилища данных [1]. Основные преимущества данной платформы:

- высокая гибкость, производительность и безопасность за счет трехзвенной клиент-серверной архитектуры;
- поддержка основных типов СУБД, например, Microsoft SQL Server, Oracle, и, что актуально в условиях импортозамещения, PostgreSQL [2];
- возможность создания сложных взаимосвязей между объектами за счет объектно-ориентированной модели данных;
- возможность использования сложных макросов, написанных на языке программирования высокого уровня за счет использования платформы Microsoft .NET и API T-FLEX DOCs;
- эргономичность интерфейса за счет простоты настройки пользовательского интерфейса.

Разработка справочника проводилась согласно следующему алгоритму:

- 1) создание прототипа справочника,
- 2) создание основных и дочерних объектов справочника,
- 3) задание параметров объектов справочника,
- 4) создание связей между справочником и базой данных,
- 5) добавление свойств и обработчиков,
- 6) создание пользовательского интерфейса.

Следующим этапом была проведена разработка процедуры согласования дефектной ведомости, включающей должностных лиц с различными правами и функциями. В системе T-FLEX DOCs данная процедура представлена в виде блок-схемы, позволяющей наглядно представить все возможные исходы процесса. Главная блок-схема состоит из нескольких взаимосвязанных блок-схем, каждая из которых отвечает за свой процесс. Пример – блок-схема формирования дефектной ведомости, согласования дефектной ведомости, формирования ведомости проводов и материалов и т.д.

В результате разработки справочника «Дефектные ведомости» были получены следующие результаты:

- повышение скорости работ по рекламациям на 24%;
- повышение скорости формирования отчетов, ведомостей на 51%;
- снижение трудозатрат на 32%.

### ***Библиографический список***

1. Концепция T-FLEX PLM от компании «Топ Системы» // САПР и графика. – 2022 - №7 (309) – С. 23-31
2. **Степаненко В.А.** Информационная платформа T-FLEX PLM – универсальный инструмент для быстрого создания специализированных информационных систем // САПР и графика. – 2019 – №4 (270) – С. 52-56.

УДК 004

АЛПЕЕВА А.А., КОРОСТЕЛЕВА Е.С., ЕГОРОВ Ю.С.

#### **РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЫБОРА ТУРИСТИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Последствия коронавирусной инфекции нанесли существенный ущерб отраслям развлечения и туризма, кроме того, из-за санкций, наложенных в период специальной операции, внешний рынок туризма стал практически недоступен для российских туристов.

В сложившихся условиях способность туристской отрасли как России в целом, так и Нижегородского региона в частности, сохранить и преумножить свой потенциал, является одним из важнейших факторов её развития. Современные цифровые технологии могут позволить сделать переходный период менее болезненным, позволить, как организациям туризма, так и самим туристам, приспособиться к новым условиям.

Принятие взвешенных решений – одна из главных задач, стоящих перед современным человеком. Информационные сервисы решают общие типизированные проблемы туриста, но не учитывают персональные факторы, индивидуальные приоритеты и т.п. Кроме того, туристы сталкиваются с тем, что зарубежные сервисы покидают рынок России или исключают возможность использования своих приложений путем блокирования оплаты подписок. Турист вынужден самостоятельно анализировать текущую информацию, находясь при этом в условиях неопределенности, в частности при выборе альтернативных туристских продуктов, которые зачастую ориентированы на среднестатистического туриста и не учитывают индивидуальные особенности и предпочтения, что предопределяет актуальность автоматизации и интеллектуализации формирования персонализированных маршрутов.

Основные маршруты, которые могут быть охвачены по туристическим направлениям: туризм (музеи, достопримечательности, красивые места и т.п.); безопасный туризм (физическая и эпидемиологическая безопасность); детский и молодежный туризм; гастрономический туризм; деловой туризм; религиозный туризм и др.

Рекомендательная система предназначена для оказания помощи пользователю (туристу) при определении оптимального состава и числа посещаемых культурных объектов и маршрута передвижения между туристскими объектами на основе выставленных им приоритетов (интересов), с учетом условий внешней среды (дорожная обстановка, очереди, время года и т.п.), а также отзывов из социальных сетей.

Рекомендательная система также может масштабироваться и применяться не только в сфере туризма, но и в образовательной среде. Для школьников, студентов сузов и вузов будут доступны специальные образовательные маршруты, целью которых будет культурное просвещение молодого поколения.

Предполагается, что рекомендательная система, позволит пользователю посетить оптимальное количество туристических мест, основываясь на личные предпочтения пользователя, а также его запросах. Для достижения цели используется картографический сервис для построения маршрута и система интеллектуального анализа [1], которая сформирует список и оптимальное количество туристических мест.

В заключении стоит отметить, что разработка рекомендательной системы обеспечит туристов отечественным продуктом, который позволит туристу путешествовать не только по области, но и по всей России, уникальность маршрута будет достигаться за счет использование технологии искусственного интеллекта.

---

Сухова А.Д., Егоров Ю.С., Мозолин И.А. Поддержка принятия решений при определении приоритетов событий с применением комбинаторной оптимизации // Материалы XVII Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» (НКП-2019). – Москва, МГППУ, 2019. С. 145-146.

УДК 004.051

АНТОНОВА С. И., СИДОРОВА Е.В.

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ SQL-ЗАПРОСОВ К ХРАНИЛИЩУ ДАННЫХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основной целью оптимизации запросов SQL является снижение нагрузки на системные ресурсы и предоставление точных результатов за меньшее время. Это позволяет сделать код более эффективным, что важно для оптимальной производительности запросов. Основными причинами оптимизации запросов SQL являются:

- 1) необходимость сокращения времени отклика и повышение производительности запроса. Разница во времени между запросом и ответом должна быть сведена к минимуму для лучшего взаимодействия с пользователем.
- 2) необходимость сокращения времени выполнения. Оптимизация SQL-запросов обеспечивает сокращение времени использования процессора, что приводит к получению более быстрых результатов.
- 3) необходимость экономии ресурсов. Оптимизация запросов сокращает время их выполнения и, следовательно, серверы работают эффективно при меньшем энергопотреблении и потреблении памяти.

Для анализа производительности SQL-запросов используют мониторинг производительности хранилища данных. Мониторинг производительности — это измерение производительности данной базы данных в режиме реального времени с целью выявления проблем и других факторов, которые могут вызвать проблемы в будущем. Мониторинг производительности позволяет выявить параметры, которые возможно оптимизировать для повышения эффективности и производительности.

Мониторинг производительности начинается с определения эталонного графика производительности. Эталонный график производительности – это набор определенных показателей производительности, собранных в начале эксплуатации БД. После определения эталонного графика администратор БД на регулярной основе собирает показатели счетчиков производительности – измерений производительности при рабочей нагрузке. Собранные информация о счетчиках сравнивается с собранной ранее и с эталонным графиком с целью определения тенденции в развитии производительности. Для проведения данного мониторинга используют SQL Advisor, который позволяет просмотреть статистику и следующие методы повышения производительности:

- использование индексирования таблиц БД;
- использование хинтов – изменение поведения оптимизатора запроса на время выполнения SQL-запроса;
- использование логической оптимизации в SQL-запросах.

В докладе рассказывается, каким образом, используя приведенные методы оптимизации SQL-запросов и утилиту SQL Advisor, можно добиться повышения производительности SQL-запросов к хранилищу данных

УДК 004

БАРАНОВ М.С., КАЛИНИНА Н.А.

## **ПОДХОД К АВТОМАТИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ СОТРУДНИКОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Индивидуальная траектория развития (ИТР), как правило, устанавливает четкий план действий, в соответствии с которым сотрудники могут постоянно совершенствовать свои навыки и знания, что может привести их к личному и профессиональному росту, большей удовлетворенности работой и более высокому уровню производительности труда [1].

Как в рамках одной организации, так и в отрасли в целом работают специалисты, отличающиеся уровнем знаний друг от друга, но планы развития и обучения сотрудников составляются исходя из предыдущих наработок, по принципу обобщения. В свою очередь, это приводит к неэффективности в развитии и обучении сотрудников, снижая тем самым их дальнейший потенциал.

Подход к автоматизации формирования ИТР основан на комплексной оценке текущих знаний, навыков и слабых мест конкретного сотрудника, а также интересов работодателя, чтобы при помощи рекомендательной системы поддержки траектории профессионального развития автоматически сгенерировать подходящую траекторию.

Перед началом обучения все пользователи системы (сотрудники предприятия) должны пройти входное тестирование, которое размещается представителями их работодателя и соответствует профессиональной области сотрудников. Затем на основании результатов тестирования, то есть с учетом всех слабых мест и пробелов в знаниях, формируется индивидуальная траектория развития для каждого из сотрудников.

ИТР генерируется на основе применения алгоритма Дейкстры, который является одним из наиболее известных алгоритмов поиска кратчайшего пути в графе. Указанный алгоритм может решить проблему, только если возможно ее представление в графоподобном виде [2]. В данном случае вершинам графа соответствуют материалы по темам теста, в которых при ответах на вопросы пользователь допустил хотя бы одну ошибку. Для каждой темы системой предлагается несколько вариантов материалов, отличающихся по качеству содержимого и временным затратам на их изучение. Следует отметить, что траектория развития строится с учетом ограничений на общее время, необходимое для ее прохождения, поэтому в рамках каждой темы выбирается только один из предложенных материалов.

В результате сотрудник продвигается по построенной траектории, изучая тему за темой, чтобы эффективно усваивать новую информацию и систематизировать имеющиеся профессиональные знания, а также получить сертификат о завершении обучения (если такая возможность предусмотрена работодателем).

Предложенная рекомендательная система может быть применима в коммерческих и государственных учреждениях, которые заинтересованы в эффективном профессиональном развитии своих сотрудников.

### ***Библиографический список***

1. Бурулдаева А.П., Журавлева М.А., Аручиди Н.А. Интеллектуальный сервис рекомендаций для обучения и развития сотрудников // Материалы XX Международной научно-практической конференции. – Ростов-на-Дону, РИНХ, 2020. – С. 163-164.

2. Перец Р.В. Алгоритмы поиска кратчайшего пути // Сборник статей XX Международной научно-практической конференции. – Пенза, Наука и Просвещение, 2021. – С. 11-12.

УДК 004.78

ЕРАГАЛИН Н.Д., КЕЧКИНА Н.И.

## ОБЗОР СИСТЕМ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ СЕТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Процесс мониторинга сетевых узлов является важной частью процессам администрирования и обслуживания компьютерной сети предприятия. Своевременное обнаружение сбоев или критических условий работы сетевого оборудования повышает эффективность работы предприятия в целом. Немаловажными показателями эффективности являются скорость локализации причин возникновения сбоев, скорость поиска необходимого оборудования для его обслуживания, а также возможность анализа ряда параметров оборудования в режиме реального времени.

*Таблица 1*

**Современные системы мониторинга сети**

Название	Краткое описание	Достоинства	Недостатки
Zabbix	Инструмент для сетевого и системного мониторинга сети с открытым исходным кодом. Предназначено для систем, которые обладают многосерверной архитектурой	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Продвинутое возможности по настройке триггеров и оповещений об инцидентах</li> <li>– Большая библиотека плагинов, существенно расширяющая возможности решений</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ограниченный интерфейс как в части функционала, так и в части визуализации</li> <li>– Отсутствие инструментов по масштабированию и отказоустойчивости</li> <li>– Ограниченные возможности по ретроспективному анализу собираемых данных [1]</li> </ul>
Nagios	Программа с открытым кодом, предназначенная для мониторинга компьютерных систем и сетей: наблюдения, контроля состояния вычислительных узлов и служб. Решение для мониторинга, управление которым основано на веб-интерфейсе.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Наличие официальной поддержки и крупного сообщества</li> <li>– Большое количество сторонних систем, поддерживающих интеграцию [1]</li> </ul>	
Prometheus	Система мониторинга серверов и программ с открытым исходным кодом. В отличие от остальных систем мониторинга — метод сбора данных	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Современная архитектура хранения данных</li> <li>– Оптимизированный язык запросов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ограниченность функционала в части настройки логики триггеров и автоматизации реагирования на инциденты</li> <li>– Отсутствие цельности решения – подсистема сбора данных требует множество сторонних агентов и плагинов.</li> </ul>
Graphite	Инструмент, который можно использовать для мониторинга различных сетевых систем, включая сайты, приложения, службы и серверы в локальной и облачной средах.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Продвинутое возможности по настройке временных срезов и применению различных функций на визуализациях [1]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Отсутствие инструментов по масштабированию и отказоустойчивости [1]</li> </ul>

Современный подход к мониторингу сетевых узлов в компьютерной сети предполагает использование автоматизированных систем с широким функционалом: обнаружение устройств, мониторинг сетевого оборудования и серверов, выявление тенденций в функционировании сети. Многие системы позволяют осуществить графическое представление результатов мониторинга, а также создание резервных копий конфигураций коммутаторов и маршрутизаторов. В табл. 1 представлено несколько систем, которые могут быть использованы для мониторинга сети.

---

Выбираем лучшую систему мониторинга и анализа IT-инфраструктуры // IT-World URL: <https://www.it-world.ru/cionews/business/151515.html> (дата обращения: 10.04.2023).

УДК 004

КАЗАКОВ А.А., КАЛИНИНА Н.А.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ АРХИТЕКТУРЫ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В связи с активным развитием и ростом числа информационных систем и различного рода программного обеспечения (ПО) растёт сложность их реализации и поддержки. Возникает необходимость в создании расширяемого, легко поддерживаемого и отказоустойчивого ПО. Чтобы разрабатывать ПО такого уровня необходимо для начала спроектировать правильную архитектуру, а также проверить её на соответствие заявленным требованиям. С одной стороны, в процессе проектирования и оценки архитектуры ПО, как правило, участвуют несколько человек с высокой квалификацией, затрачивая своё время, с другой стороны, если архитектура будет спроектирована некорректно, это негативно отразится на дальнейшей поддержке ПО и, возможно, приведёт к необходимости перестройки архитектуры данной системы, что повлечет за собой существенные расходы.

В связи с указанной проблемой возникает необходимость создания системы, которая могла бы автоматизировать процесс оценки ПО.

Подход к созданию системы по автоматизации оценки архитектуры программного обеспечения предполагает проверку соответствия заявленных требований к архитектуре, а также формирование рекомендаций по использованию тех или иных архитектурных подходов.

Для различных функциональных требований к ПО существуют различные архитектурные шаблоны, которые помогают в проектировании. Предлагается сопоставлять данные архитектурные шаблоны с заявленными требованиями и находить между ними корреляцию, чтобы получить эталонный шаблон. Подобным образом работают рекомендательные системы, которые могут находить корреляцию между объектами и выдавать тот или иной результат на основе коэффициента корреляции. Рекомендательные системы имеют различные подходы к реализации, такие как: коллаборативная фильтрация, контент-ориентированный подход и системы, основанные на знаниях [1]. Для нахождения корреляции между заявленными требованиями и архитектурными шаблонами решено использовать контент-ориентированный подход или системы, основанные на знаниях, так как коллаборативная фильтрация подразумевает нахождение корреляции между множеством пользователей, а не объектов.

Кроме того, решается задача классификации: к какому архитектурному шаблону можно отнести разработанную архитектуру ПО. Для решения данной задачи выбраны свёрточные нейронные сети.

Система автоматизации оценки архитектуры программного обеспечения подразумевает следующий сценарий использования: пользователь системы выбирает функциональные требования к архитектуре ПО и загружает свою диаграмму архитектуры в нотации UML, далее система находит эталонный шаблон путём работы рекомендательной системы. На следующем этапе происходит классификация пользовательской архитектуры и определяется какому архитектурному шаблону она соответствует. После этого происходит сравнение эталонного шаблона и шаблона, полученного в результате классификации. В случае если шаблоны различаются, то пользователю выводится рекомендованный шаблон.

Разработанная система может применяться различными ИТ-компаниями или разработчиками для облегчения процесса построения правильной архитектуры ПО, нахождения проблем в уже разработанной архитектуре, а также снижению временных затрат для её оценки.

---

**Кутянин А.Р.** Рекомендательные системы: обзор основных постановок и результатов, Интеллектуальные системы. Теория и приложения [Текст]/ А.Р. Кутянин; гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, том 21, вып. 4, 2017. – 12 с.

УДК 004.048

КОЛОБЯНИН А.Н.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ АБОНЕНТОВ СОТОВОЙ СВЯЗИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Информационные технологии играют важную роль в каждом аспекте современной жизни, и телекоммуникационная отрасль не является исключением. Современные технологии, машинного обучения в мобильной связи сильно связаны с развитием операторов связи. Сотовая связь является одной из самых больших отраслей в мире. Для эффективного функционирования и повышения качества услуг операторы связи широко применяют методы машинного обучения, особенно в условиях быстро меняющейся конкурентной среды.

Машинное обучение (ML) — это использование математических моделей данных, которые помогают компьютеру обучаться без непосредственных инструкций. Оно считается одной из форм искусственного интеллекта (ИИ). При машинном обучении с помощью алгоритмов выявляются закономерности в данных. На основе этих закономерностей создается модель данных для прогнозирования. Чем больше данных обрабатывает такая модель и чем дольше она используется, тем точнее становятся результаты. Это очень похоже на то, как человек оттачивает навыки на практике.

В данной работе я заострил внимание на использовании моделей машинного обучения для прогнозирования поведения абонентов у сотовых операторов. Методы машинного обучения позволяют операторам связи предсказывать на сколько абонент лоялен к оператору сотовой связи и не покинет ли его.

Для достижения этих целей операторы связи используют методы машинного обучения, такие как алгоритмы классификации и регрессии, а также вероятностные модели и нейронные сети. Эти методы могут быть применены к большим данным, которые операторы сотовой связи собирают постоянно, менеджмента рисков и принятия решений.

Целью работы является обзор методов машинного обучения, используемых в сотовой связи для прогнозирования поведения абонентов и улучшения качества обслуживания. Мы также проанализируем особенности данных в телекоммуникационной индустрии и изучим, как сбор и обработка этих данных может помочь улучшить действия оператора связи и принимать решения на основе данных.



Данная статья охватывает следующие темы: обзор методов машинного обучения, используемых в телекоммуникационной индустрии для прогнозирования поведения абонентов, анализ особенностей данных, с которыми работают операторы связи, описание преимуществ и недостатков использования методов машинного обучения и обзор основных моделей машинного обучения, применяемых в телекоммуникационной индустрии.

УДК 004

КОРОСТЕЛЕВА Е.С., АЛПЕЕВА А.А., ЕГОРОВ Ю.С.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СХЕМЫ ПОЛИВА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМЫ ОРОШЕНИЯ ПОЛЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из важных отраслей сельского хозяйства можно назвать растениеводство, продукты которого используются в жизни человека, в отрасли животноводства и в др. отраслях. В России более 70% всех сельскохозяйственных угодий расположены в зонах недостаточного или неустойчивого естественного увлажнения, а в степной и сухостепной зонах, соответственно, каждый третий и второй годы являются засушливыми [1]. Поэтому при выращивании культурных растений важным является вопрос полива.

Для полноценного успешного ведения хозяйства необходимо заботиться о поливе земли. В нынешних реалиях для крупных сельскохозяйственных угодий, снабжающих сырьем огромное количество людей, используют такие работы, как мелиорация. Однако для менее крупных и даже, можно сказать, мелких полей такие работы не являются целесообразными в силу своей малозначительности в масштабах страны. А в нынешнее время очень часто можно встретить газоны и огороды как на дачах, в деревнях, так и в частных секторах в черте города.

Владельцы некрупных полей, личных огородов долгое время самостоятельно решали проблему организации полива: кто-то качал воду насосом из ближайшего водоема, кто-то бурил скважину неподалеку и также качал воду насосом, а кто-то старался своими силами смастерить самодельный водопровод. Но такие методы отнимают много сил и времени у человека. Люди не всегда знают, как правильнее и эффективнее организовать полив.

С течением времени прогресс коснулся области орошения полей. Стало возможным организовать поливочные системы внутри участка, которые значительно упрощают работу с ним, и человеку не нужно самостоятельно выходить на улицу и поливать участок. Для создания такой системы необходимо иметь четкий план (схему) расстановки спринклеров, через которые будет осуществляться орошение.

Автоматизация формирования схемы полива значительно сократит время проектирования системы орошения полей и упростит задачу для человека, поскольку не нужно прибегать к сторонним ресурсам для детального изучения особенностей расстановки спринклеров. Также не нужно самостоятельно заниматься поиском оборудования (в частности спринклеров с разными радиусами распыления), рассчитывать количество дождевателей, а также затрачиваемые водные ресурсы.

Разрабатываемое программное обеспечение предполагает автоматическое формирование схемы полива и расчет затрачиваемых ресурсов для такой расстановки. При построении учитываются введенные пользователем длина и ширина орошаемого поля, также предоставляются на выбор поливочное оборудование и метод расстановки спринклеров (смещенный и последовательный).

Таким образом, для упрощения организации орошения полей и проектирования поливочных систем, которые будут осуществлять полив без непосредственных трудозатрат чело-

века, предлагается автоматизация построения схемы полива, выбора необходимого оборудования, расчета затрачиваемых ресурсов.

---

Ториков В.Е., Байдакова Е.В., Капошко Н.А. Проблема распределения гидрометеорологических факторов и их влияние на режим орошения и урожайность. // Журнал «Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии», 2020.

УДК 004

КОРОТЫШЕВА А.А., ЖУКОВ С.Н.

## **СЕГМЕНТАЦИЯ ВНУТРЕННИХ СТРУКТУР ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ НА РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ**

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Текущая экологическая ситуация в мире предопределяет необходимость развития современных технологий как производства, так и утилизации опасных видов отходов. Одной из важных задач в области контроля качества производства элементов питания (ЭП), а также при сортировке ЭП на мусороперерабатывающих заводах, является идентификация их внутренних структур. Одним из источников информации при диагностике ЭП, являются рентгеновские изображения внутренних структур объектов. Для выделения областей интереса, содержащих информацию о внутренних структурах ЭП, таких как сепаратор, стержень, прокладка, применяется сегментация. Благодаря тому, что комбинации внутренних структур являются уникальными для каждого типа ЭП, за счет анализа информации, полученной путем сегментирования, возможна идентификация ЭП [1], выявление в них дефектов и несоответствий технических характеристик нормам [2]. Сегментация внутренних структур элементов питания может быть реализована с использованием различных алгоритмов компьютерного зрения, таких как методы пороговых значений, методы контуров, методы разбиения на регионы, а также методы глубокого машинного обучения.

В работе рассматривается реализация сегментации внутренних структур элементов питания на рентгеновских изображениях на основе нейронной сети с архитектурой U-Net [3]. Сеть показала высокие значения показателя IOU (более 0.92) на наборе данных с рентгеновскими снимками клеток, превзойдя результаты других сетей, наибольшее значение IOU в которых чуть больше 0.8. Одним из преимуществ U-Net является то, что для сквозного обучения сети достаточно небольшой обучающей выборки. В качестве энкодера была выбрана глубокая архитектура ResNet50 [4]. Помимо выбора архитектуры сети, были рассмотрены различные методы предварительной обработки рентгеновских изображений для повышения детализации внутренних структур ЭП. Один из таких методов – это фильтрация изображений с помощью фильтра Гаусса [5]. Он может быть использован для уменьшения шума на изображениях. Предварительная обработка изображений была реализована с помощью библиотеки компьютерного зрения OpenCV.

В ходе выполнения работы показано, что сегментация внутренних структур элементов питания для их последующей идентификации с использованием нейронных сетей является эффективным способом как повышения качества производства ЭП, так и улучшения их сортировки в составе опасных видов твердых коммунальных отходов.

### ***Библиографический список***

- 1 Блатов Р.И., Вострякова Е.А., Москвин А.С., Чупров Д.А., Егоров Ю.С., Коротышева А.А., Милов В.Р., Дубов М.С., Кербенева А.Ю. Программа для ЭВМ «Прототип интеллек-

- туальной системы идентификации немаркированных элементов питания с использованием методов машинного обучения» // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2022663863 от 20.07.2022 г.
- 2 ГОСТ Р МЭК 86-1-96. Батареи первичные. Часть 1. Общие положения. М.: ИПК Издательство стандартов. 1997. 43 с.
  - 3 Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation // Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI), Springer, LNCS. 2015. Vol. 9351. P. 234-241.
  - 4 He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep residual learning for image recognition // In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2016. P. 770–778.
  - 5 Манна А.С., Муратова Г.В. Улучшенный гауссовый фильтр в алгоритме Кэнни для рентгеновских снимков // Инженерный вестник Дона. 2021. №10 (82). С. 101-108.

УДК 004

РУКАВИШНИКОВА А.С., СИДОРОВ Р.А., ТАБАКОВ И.В., ЕГОРОВ Ю.С.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОГО АВАТАРА В ПРОЦЕССЕ ТЕРАПИИ РАССТРОЙСТВ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Расстройство аутистического спектра (РАС) – это расстройство психического развития человека, основной характеристикой которого является перманентный дефицит в социальной коммуникации и социальном взаимодействии [1]. Чаще всего такие проблемы испытывают дети и подростки, но иногда и плохо адаптированные взрослые с РАС.

Актуальной является разработка программного комплекса на основе технологий искусственного интеллекта, позволяющего распознавать эмоции, мимику и положение тела пользователя для их воспроизведения с помощью цифрового аватара, способствующего снижению тревожного состояния, более «мягкому» преодолению фобий и проблем невербального коммуникативного поведения.

Цифровой аватар – это 3D-модель, используемая для представления в виртуальном пространстве. Это может быть образ конкретного человека или вымышленный персонаж. Прогрессу в технологиях создания фотореалистичных моделей сопутствует скачок в развитии нейросетей, при помощи которых можно управлять 3D-моделями.

Процесс создания цифрового аватара включает следующие шаги [2].

Сначала необходимо создать голову персонажа. Для этого можно взять упрощенную форму человеческой головы и сформировать детали (sculpt) в Zbrush. При этом, как правило, используются текстуры с разрешением 4К. После того как высокополигональная модель готова, создается ее низкополигональная копия, на которую переносятся мелкие детали при помощи карт нормалей. Затем создаются волосы, для этого можно использовать GroomBear.

Для моделирования одежды можно использовать Marvelous Designer, а складки и мелкие и характерные детали доделывать в Blender.

Текстурирование выполняется в Substance painter, чтобы скорректировать образ аватара, достаточно менять только текстуры кожи, не трогая геометрическую основу.

Персонаж может быть настроен под работу с системами захвата движения, например, мокап-костюмом Xsense для тела и мокап-системой Dynamixuz, а также с оптическими системы захвата эмоций, лиц и движений. Распознавание лиц и эмоций – крайне важная особенность для терапии РАС, поэтому для аватара нужно сделать лицевую анимацию. У лица человека может быть бесконечное множество выражений, но, как правило, 150 бленд шейпов (от английского Blend Shapes, 3D-модели идентичной топологии, но с отличающейся формой) достаточно, чтобы создать реалистичную анимацию (к движениям лицевой маски при-

вязана система бленд шейпов, которые «переключаются» в соответствии с характером ее движения). Каждый бленд шейп создается для всего лица целиком, но переключаться во время анимации он может локально, например, в районе рта или правого глаза отдельно от остального лица. Эти переключения происходят плавно и совершенно незаметно глазу.

Для рендеринга может быть использован как CPU, так и GPU рендер с RealTime движками.

Применение цифрового аватара включает обнаружение и распознавание целевых объектов, анализ данных о движениях целевых объектов, затем визуализацию информации в виде виртуального персонажа, копирующего эмоций, мимику, позу и жесты пользователя, что способствует терапии РАС.

### ***Библиографический список***

1. Баландина О.В., Божкова Е.Д., Коновалов А.А. Расстройства аутистического спектра: современное состояние проблемы (обзор) // Современные технологии в медицине. 2020. № 12(2). С. 111–120.
2. Цифровой аватар [Электронный ресурс] : - Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/lanit/articles/519074/> (дата обращения: 20.04.2023).

УДК 004

РЫНДОВ С.Н., ЕГОРОВ Ю.С., ВАЙНБАУМ Д.А.

## **РЕАЛИЗАЦИЯ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ИННОВАЦИОННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Использование информационных технологий привело к стремительному развитию ИТ отрасли во всем мире, став определяющим фактором инновационного развития многих стран. Одной из основных проблем современных информационных систем является увеличение скорости работы, гибкости, легкости замены и обслуживания компонентов без остановки работы всей системы. Решением этой проблемы является микросервисная архитектура (МСА).

Для эффективной реализации инновационных информационных (ИИС) систем необходимо провести концептуальное проектирование микросервисной архитектуры, включающее анализ предметной области, определение процессов и построение модели системы. Микросервисы являются небольшими, автономными компонентами, которые обеспечивают максимальную эффективность процесса и взаимодействуют через API. Использование контейнеров для развертывания и виртуализации процесса также является требованием. Конечная модель должна учитывать интеграцию с другими системами и окружением, чтобы создать гибкую и эффективную ИИС.

Для реализации микросервисной архитектуры применяются технологии виртуализации и контейнеризации. Технология виртуализация использует виртуальные машины (VM), представляющие из себя программный слой, который обеспечивает полную эмуляцию низкоуровневых аппаратных устройств. Технологии контейнеризации используют контейнеры – изолированную виртуальную среду, которая создается поверх операционной системы. Виртуальной среде не нужно эмулировать низкоуровневые аппаратные устройства и за счёт этого среда потребляет значительно меньше ресурсов, в сравнении с VM.

При внедрении микросервисов можно столкнуться с проблемами. Общие закономерности их решения легли в основу паттернов микросервисной разработки. Они включают паттерны декомпозиции, рефакторинга, управления данными, коммуникации, пользовательско-

го интерфейса, обнаружения, развертывания, повышения отказоустойчивости и мониторинга. Примеры паттернов включают разбиение по бизнес-возможностям и разбиение по поддоменам для избегания божественных классов.

Применение микросервисной архитектуры в проекте может быть полезно как на начальном этапе разработки, так и на этапе декомпозиции уже готового приложения. На начальных этапах микросервисная архитектура позволяет задать правильный вектор развития всего проекта и исправить недостатки уже существующего приложения на этапе переноса или рефакторинга этого приложения.

Основная задача применения микросервисной архитектуры – это разграничение ответственности каждого отдельного функционала. На основе логического разграничения создаются микросервисы, при необходимости объединяемые в подсистемы и возможностью настройки безопасности взаимодействия.

Микросервисная архитектура применяется в крупных проектах для гибкости и масштабирования. Паттерны помогают минимизировать недостатки. Для автоматизации развертки и управления микросервисами используются технологии на базе контейнеров и ВМ, выбор зависит от масштаба проекта.

---

Рындов С.Н., Егоров Ю.С., Вайнбаум Д.А. Концептуальное проектирование микросервисной архитектуры инновационных информационных систем // XXI Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение» (НКП-2023). - М.: МГППУ, 2023. С. 76.

УДК 004

САВЧЕНКОВ Н.В., САНИН М.А., ЕГОРОВ Ю.С., САВЕЛЬЕВ М.А., ШУТОВ А.А.

## **СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕРАКТИВНОГО УЧЕБНОГО КОНТЕНТА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Интерактивность (от англ. interaction – «взаимодействие») – понятие, которое раскрывает характер и степень взаимодействия между объектами или субъектами. Элементами интерактивности являются все элементы взаимодействующей системы, при помощи которых происходит взаимодействие [1].

Понятие интерактивности достаточно широко используется в теории информации, информатике и программировании, системах телекоммуникаций.

Интерактивный электронный учебник – это обучающая система комплексного назначения, обеспечивающая непрерывность и полноту дидактического цикла процесса обучения: предоставляющая теоретический материал, обеспечивающая тренировочную учебную деятельность и контроль уровня знаний, а также информационно-поисковую деятельность, моделирование с компьютерной визуализацией и сервисные функции при условии осуществления интерактивной обратной связи [1].

Таким образом, на смену прежней модели обучения должна прийти новая модель, основанная на следующих положениях: в центре технологии обучения – обучающийся; суть технологии – развитие способности к самообучению; обучающиеся играют активную роль в учебном процессе; в основе учебной деятельности – сотрудничество [2].

Для создания интерактивного учебника недостаточно взять хороший учебник, снабдить его навигацией (создать гипертекст), богатым иллюстративным материалом (включая мультимедийные средства) и воплотить на экране компьютера. Интерактивный учебник должен максимально облегчить понимание и запоминание (причем активное, а не пассивное) наиболее существенных понятий, утверждений и примеров, вовлекая в процесс обучения иные, нежели обычный учебник, возможности человеческого мозга.

Для решения указанной проблемы предлагается использование системы формирования интерактивного учебного контента.

Алгоритм работы с системой формирования интерактивного учебного контента следующий. Сначала материал в интерактивном виде загружается в информационное хранилище системы. В хранилище разнородный контент подвергается предварительной обработке. При этом происходит его структуризация и категоризация.

Затем пользователь формирует запрос к системе, выбирает удобную для себя форму представления информации. После этого пользователь запускает процесс преобразования разнородного интерактивного материала в учебный контент.

Обработанный автоматизированной системой контент предлагается пользователю в виде электронного учебника как персонализированная выборка по содержанию запроса.

Ожидается, что развиваемый подход к формированию интерактивного учебного контента, основанный на разработке процедур обработки неструктурированной, разнородной информации позволит повысить эффективность получения знаний и будет способствовать интеллектуализации процессов обработки информации и ее оптимизации [3].

### ***Библиографический список***

1. Кречетников К.Г. Понятие интерактивного электронного учебника // Приоритетные научные направления: от теории к практике. – 2016. – № 22. – С. 62-67.
2. Кречетников К.Г. Проектирование креативной образовательной среды на основе информационных технологий в вузе. – М.: Госкоорцентр, 2002. – 296 с.
3. Егоров Ю.С. Подход к концептуальному проектированию интеллектуальных информационных систем // Сборник докладов XIX Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение». – М.: МГППУ, 2021. С. 62-63.

УДК 004

СИМОНОВ Р.А.

## **АНАЛИЗ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автоматизированные системы стали необходимостью в современном обществе, внося изменения в образ жизни, способ работы и взаимодействие людей. Также такие системы повлияли на различные отрасли, создав новые продукты и услуги. Процесс разработки является сложным, требующим тщательного к автоматизируемой системе: анализ требований, проектирования, внедрения и сопровождения, каждый этап имеет свои особенности и важен для обеспечения долгосрочной жизнеспособности и функциональности системы. Поэтому важно учесть эти аспекты и полностью понять требования к системе, чтобы убедиться в ее соответствии заданным целям [1,2].

Начальным этапом разработки автоматизированных систем является анализ требований, в ходе которого определяются цели, функциональность и ограничения системы. Заинтересованные стороны, такие как конечные пользователи, проектировщики и разработчики, сотрудничают для определения потребностей и спецификаций системы. Понимание требований к системе является жизненно важным для обеспечения того, чтобы проектирование и реализация соответствовали намеченной функциональности [2].

После анализа требований на этапе проектирования создается архитектура системы, поток данных и пользовательский интерфейс. На этом этапе требования переводятся в технические спецификации, которыми руководствуется команда разработчиков. Качество проектирования имеет решающее значение для эффективности и результативности системы, по-

этому для обеспечения соответствия целям необходимо участие заинтересованных сторон и экспертов.

Внедрение включает в себя кодирование и интеграцию компонентов системы для создания функциональной системы. Опытные разработчики и тщательное тестирование необходимы для того, чтобы система работала так, как задумано. Могут возникнуть проблемы с интеграцией, ошибки и проблемы с производительностью, которые могут привести к задержкам, перерасходу средств и отказу системы, если не принять правильных мер.

Последним этапом в процессе разработки автоматизированных систем является техническое обслуживание. Техническое обслуживание подразумевает обеспечение работоспособности, безопасности и актуальности системы. Этот этап включает в себя мониторинг работы системы, исправление любых ошибок, обновление программного и аппаратного обеспечения системы и оказание поддержки пользователям. Техническое обслуживание необходимо для обеспечения долгосрочной жизнеспособности и непрерывной функциональности системы.

В заключение следует отметить, что разработка автоматизированных систем – это сложный процесс, который сопряжен с различными проблемами, такими как технические, финансовые и этические вопросы. Технические проблемы могут возникать из-за системной интеграции, уязвимостей безопасности и масштабируемости. Финансовые проблемы могут быть связаны с перерасходом средств, бюджетными ограничениями и задержками проекта. Этические проблемы могут быть связаны с вопросами конфиденциальности, перемещением рабочих мест и необъективными алгоритмами принятия решений. Очень важно решить эти проблемы и полностью понять требования к системе, чтобы убедиться, что система соответствует цели и отвечает ценностям и ожиданиям заинтересованных сторон.

### *Библиографический список*

1. Абрамова Л.В. Инструментальные средства информационных систем. : учеб. пособие / Л.В. Абрамова – 1-е изд. – Архангельск 2013. – 118 с. – ISBN 978-5-261-00851-4.
2. Перссман Роджер С. Разработка программного обеспечения: подход практикующего специалиста. : науч. лит. / Перссман Роджер С. – 8-е изд. - МакГроу Хилл 2014. – 976 с. – ISBN 978-0-078-02212-8.

УДК 004

ТАБАКОВ И.В., РУКАВИШНИКОВА А.С., СИДОРОВ Р.А., ЕГОРОВ Ю.С.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕССЕ ТЕРАПИИ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОГО РАССТРОЙСТВА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

ПТСР (посттравматическое расстройство или посттравматический синдром) – это комплекс симптомов, которые возникают на фоне перенесенного стресса. При столкновении с ситуацией, угрожающей жизни или здоровью, когда человек становится жертвой страшного события, его поведение меняется. Постоянное воздействие на психику нервного напряжения, унижения, физического насилия, военных действий, может вызвать ПТСР. Расстройству подвержены люди разного пола и возрастов. Для ПТСР характерны приступы повышенной тревожности, которые проявляются очень ярко. При этом важным фактором является наличие триггеров (раздражителей, напоминающих перенесенный стресс). При ПТСР человек не помнит многих моментов, случившихся с ним во время стресса. Однако раздражители напоминают ему о неприятных событиях. Человек становится чрезмерно тревожным, беспокойным, агрессивным [1].

Актуальной является разработка программного комплекса на основе технологий искусственного интеллекта для терапии ПТСР.

Принцип работы разрабатываемой системы заключается в следующем. Пациент смотрит в экран или в очки виртуальной реальности, где происходит визуализация различных заданий по методике терапии ПТСР. Система считывает глаза пользователя, отслеживая взгляд и выполняя его анализ согласно паттернам поведения (частота морганий, закрытые глаза и т.п.), фиксируя при этом успешные и неуспешные действия пользователя, собирая статистические данные, на основе которых могут формировать рекомендации для корректировки терапии в соответствии с индивидуальными особенностями пациента.

В рамках проекта предполагается использовать основные методы окулографии.

Окулография (отслеживание глаз, трекинг глаз, айтрекинг) – определение координат взора («точки пересечения оптической оси глазного яблока и плоскости наблюдаемого объекта или экрана, на котором предъявляется некоторый зрительный раздражитель»)

Устройство для отслеживания взгляда – устройство, используемое для определения ориентации оптической оси глазного яблока в пространстве (то есть для отслеживания глаз).

Для отслеживания глаз используют несколько методов. Самый популярный – покадровый анализ видеосъемки глаза, также используются контактные методы, такие как электроокулография.

В рамках разработки проекта предполагается использовать покадровый анализ видеосъемки, когда каждая камера снимает один глаз и регистрирует его движения, пока испытуемый рассматривает визуальный стимул. Устройство для отслеживания взгляда использует контраст между зрачком и радужной оболочкой, который возникает при инфракрасной подсветке. Кроме того, анализируется положение блика инфракрасной подсветки, благодаря чему становится возможным определить ориентацию оптической оси глазного яблока.

Применение программного комплекса, позволяющего распознавать движение глаз пользователя для выявления индивидуальных паттернов поведения при ПТСР будет способствовать снижению тревожного состояния, более «мягкому» преодолению стресса [2].

### ***Библиографический список***

1. Лечение и диагностика ПТСР [Электронный ресурс] : - Режим доступа: <https://uteka.ru/articles/bolezni/ptsr/> (дата обращения: 20.04.2023).
2. Сидоров Р.А., Табаков И.В., Егоров Ю.С. Интерактивный программно-аппаратный комплекс для терапии расстройства аутистического спектра // Сборник материалов XXI Всероссийская молодежная научно-техническая конференция «Будущее технической науки» (БТН-2022). - Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2022. С. 448-449.

УДК 004.94

ЦВЕТКОВ Н.М., КУЛЯСОВ П.С.

## **СБОРКА СЕТЕВЫХ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ КАК МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СТРУКТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ГРАФОВЫХ БАЗ ДАННЫХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Применение компонентного подхода [1] позволяет формализовать, масштабировать и расширять образовательные программы, а также стандартизировать их представление, что является особенно важным в случае построения сетевых учебных планов, где необходимо сотрудничество различных образовательных организаций в процессе их разработки и реализации. На основе компонентного представления учебного плана как части образовательной программы могут быть построены структурные единицы (назовем их образовательными



единицами), каждая из которых будет состоять из компонентов трех типов: «дисциплина», «преподаватель», «аудитория», которые сопрягаются следующим образом. Компонент «дисциплина» имеет выходной интерфейс «ЗУН» (знания, умения, навыки, которые должен получить обучающийся в процессе ее освоения), которой сопрягается с соответствующим входным интерфейсом компонента «преподаватель», входной интерфейс «ЗУН» (знания, умения и навыки, необходимые для ее освоения), который сопрягается с соответствующим выходным интерфейсом компонента «преподаватель», входной интерфейс «Мат-тех обеспечение» (описывает требуемое для проведения занятий материально-техническое обеспечение), который сопрягается с соответствующим выходным интерфейсом компонента «аудитория». Также компонент «преподаватель» имеет входной интерфейс «Мат-тех обеспечение» (описывает обеспечение, необходимое преподавателю для проведения занятий), который сопрягается с выходным интерфейсом компонента «аудитория».

Из образовательных единиц собирается многокомпонентная структура (МКС) – учебный план (для построения сетевого учебного плана могут использоваться образовательные единицы, реализуемые различными образовательными организациями). Для этого необходимо, чтобы образовательные единицы могли взаимодействовать между собой. Внутри каждой образовательной единицы присутствуют интерфейсы «ЗУН», которые служат для сопряжения компонентов «дисциплина», «преподаватель» и «аудитория». Входной и выходной интерфейсы компонента «дисциплина» могут быть продублированы во внешнюю среду и использованы для сопряжения образовательных единиц и формирования из них МКС.

Предлагается система интеллектуальной поддержки процесса сборки сетевых учебных планов, основанная на компонентном подходе, позволяющем представлять элементы учебного плана, в виде компонентов, взаимодействующих посредством интерфейсов [2].

В данной системе также предусмотрен механизм поиска, который поможет пользователю быстро найти нужную образовательную единицу (они хранятся в виде графовых структур в графовой базе данных). Основан он на фильтрации по интерфейсам. В поиске предусмотрены как простые критерии, так и составные, построенные из базовых, за счет их соединения между собой логическими операндами «&&», «||».

### ***Библиографический список***

1. Жевнерчук Д.В. Обобщенный метод синтеза многокомпонентных интероперабельных структур на основе онтологии и недетерминированного конечного автомата // Информационные технологии. №2. Том 25. – 2019. – С. 67-74.
2. Кулясов П.С. Обобщенный алгоритм компонентной сборки образовательных программ высшего образования // Научно-технический вестник Поволжья – Казань: Рашин Сайнс, 2019. – №11 – С. 24-27.

УДК 004

ЧЕКУШЕВА А.Ю., ЕГОРОВ Ю.С., АЛЕКСЕЕВ В.В., КОРОТЫШЕВА А.А.

### **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРЕДИКТИВНОГО ИГРОВОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
ООО «Кибернетика»

В настоящий момент алгоритмы игрового искусственного интеллекта (ИИ) используются лишь в контексте игрового процесса и контроля игровых механик, не учитывая эмоциональное состояние игрока при поддержании динамики развития событий.

Под эмоциональным состоянием подразумевается психическое явление, возникающее у человека в результате реакции на какой-либо объект или ситуацию. Основой любого эмо-

ционального состояния являются сами эмоции. Каждый человек выражает эмоции несколько по-разному. Психологи выделяют 7 основных типов эмоций: гнев, страх, удивление, радость, грусть, отвращение и нейтральное, которые являются универсальными.

Для распознавания эмоционального состояния игрока предиктивным игровым ИИ (ПИИИ) используется камера, встроенная или подключенная к компьютеру.

Предложенный подход основывается на современных методах машинного обучения, использующих нейросетевые модели в сочетании с оригинальными алгоритмами анализа и обработки данных для повышения эффективности, скорости и точности идентификации объектов в кадре.

Для идентификации разработана многоуровневая процедура принятия решения. На первом уровне осуществляется обнаружение и классификация целевых объектов в кадре. На втором уровне осуществляется слежение за движением объекта в зоне видимости, анализ эмоционального состояния и принятие решения на основе обработки последовательности видеок кадров.

Технология компьютерного зрения для ПИИИ была реализована за счет применения предобученной на изображениях нейронной сети. Для этого был собран набор данных с изображениями, выделены тренировочные, валидационные и тестовые части (Pandas, sklearn). Выбрана предобученная модель сверточной нейронной сети для детектирования и классификации целевых объектов. Выбран метод сопровождения объектов и алгоритмы прогнозирования (фильтр Калмана, каскад сопоставлений и т.д.), выполнена их реализация с применением библиотек NumPy и SciPy. Проведена предобработка набора данных, применены функции аугментации (изменение яркости, поворот фото, добавление смещений) средствами библиотек NumPy и OpenCV. Обучена нейронная сеть и проведена оценка качества с помощью матрицы ошибок (confusion matrix), метрик точности (precision), полноты (recall), а также модель сопровождения на тестовых выборках.

На основе полученных данных о текущем эмоциональном состоянии с использованием базы знаний ПИИИ формируются решения по изменению игрового процесса путем визуализации объектов на игровой сцене, соответствующих проявляемой игроком эмоции.

Работа выполнена при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (договор № 11ГС1НТИС5/43265 от 06.09.2018 г.).

### *Библиографический список*

1. Баранов В.Г., Милов В.Р., Суслов Б.А. Способы аналитической обработки для системы поддержки принятия решений // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2010. № 2. С. 12-15.
2. Кербенева А.Ю., Егоров Ю.С., Алексеев В.В., Яхонтова Я.В. Применение машинного обучения для распознавания эмоций предиктивным игровым искусственным интеллектом // Сборник трудов XXI Всероссийской молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки». – Н. Новгород: НГТУ, 2022. С. 52-53.

УДК 004

БАЛЯСНИКОВ Н.А., КУЛИГИНА Н.А., НАУМОВА Е.Г.

### БЕЗОПАСНОСТЬ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ И ЕГО ЗАЩИТА ОТ XSS-АТАК

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. П. Е. Алексеева

Каждому веб-приложению присуще иметь XSS-уязвимость, она возникла из-за увеличения количества возможных действий пользователя в современных веб-приложениях. Любой динамически создаваемый сценарий может заражаться вирусом, подвергаться различным изменениям.

Существуют основные виды XSS-атаки:

- хранимые (код хранится в базе данных), которые можно легко отследить при анализе базы данных;
- отраженные (код исполняется серверными сценариями и не хранится в базе данных) и через DOM (код сохраняется и выполняется в браузере). Данные атаки распознать намного труднее.

Существуют различные способы по снижению вероятности возникновения таких атак или даже полного их устранения:

1. Очистка пользовательского ввода. Данный метод позволяет убедиться в отсутствии вредоносных тегов и в том, что код прошел процедуру очистки. Модель DOM имеет огромную и сложную спецификацию, поэтому довольно часто внедренный сценарий обходит стороной фильтрацию и благополучно запускается. Как правило, провести очистку не так просто и еще труднее смягчить XSS-уязвимость самой модели DOM, так как она предполагает использование неконтролируемых методов.

2. Минимизация использования некоторых API-интерфейсов, которые позволяют разработчикам легко превращать текст в DOM или в сценарии:

- `DOMParser`. Данный интерфейс загружает содержимое строки в узлы DOM, отображая структуру этой строки. Таким образом, можно заполнить страницу структурированной моделью DOM с сервера, что может быть полезно, если сложную структуру DOM необходимо превратить в правильно организационные узлы. Однако лучше создавать каждый узел вручную и после их структурировать. В этом случае будет осуществляться контроль структуры и имен тегов DOM, в то время как присылаемые пользователями данные будут контролировать только содержимое страницы;
- `SVG` и `Blob`. Данные интерфейсы могут хранить данные в произвольном формате. Язык разметки масштабируемой векторной графики (`SVG`) отлично подходит для отображения изображений на разных устройствах. Но из-за зависимости от спецификации XML, допускающей выполнение сценариев, она намного опаснее изображений других типов. Изображения `SVG` позволяют запускать любой тип загрузки JavaScript, что делает их более опасными. Тот же риск связан и с массивами двоичных данных `Blob`. Строки `base64`, в которые конвертируются `Blob`-объекты, - это контейнеры для произвольных данных. Поэтому в коде такие объекты лучше не использовать, особенно если какой-нибудь из процессов создания их экземпляров включает присланные пользователем данные.

3. Использование политики защиты контента для предотвращения XSS – это поддерживаемый всеми основными браузерами инструмент настройки безопасности. Его на-

стройки позволяют ослабить или усиливать правила безопасности в отношении различных типов коды, которые могут выполняться в приложении. Существует несколько форм защиты CSP. В числе прочего можно указать, загрузка каких внешних сценариев допускает, куда они могут быть загружены и каким DOM API-интерфейсом разрешено их выполнять.

Для защиты веб-приложений существуют различные способы борьбы с XSS-атаками, однако перечисленные выше являются основными. На практике следуют учитывать целый комплекс методов, позволяющих обеспечить достойную защиту для веб-приложения.

УДК 004.891.2

БУРЕЕВ И.В., НАЖИМОВА Н.А.

## **АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ВЫБОРА СИЛОВОГО КАБЕЛЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблема выбора силового кабеля для сетей низкого напряжения является актуальной для многих отраслей, таких как энергетика, строительство, промышленность и т.д. Неправильный выбор кабеля может привести к его деформации, перегрузке, повреждению изоляции и, как следствие, к нештатным ситуациям и авариям. В связи с увеличением количества электроприборов и электроустановок в жилых домах, офисах и промышленных предприятиях, возникает необходимость выбора силового кабеля для сетей низкого напряжения. Выбор кабеля является важным этапом проектирования электроснабжения, так как от правильности выбора зависят надежность и безопасность работы электроустановок.

Существующие методы выбора кабеля основаны на расчетах и опыте специалистов, что требует больших временных и финансовых затрат. Кроме того, в процессе выбора учитывается множество факторов, таких как температурный режим, механические нагрузки, длина линии и т.д., что делает процесс выбора кабеля достаточно сложным. В связи с этим, актуальной является задача разработки и исследования экспертной системы выбора силового кабеля для сетей низковольтного напряжения.

Разработка экспертной системы позволит автоматизировать процесс выбора кабеля и уменьшить вероятность ошибок. Экспертная система будет основана на знаниях и опыте специалистов в области электротехники и сможет учитывать все необходимые факторы при выборе кабеля. Для этого необходимо решить следующие задачи:

- сбор и анализ данных о свойствах различных типов кабелей и условиях их эксплуатации;
- разработка базы знаний экспертной системы, включающей в себя информацию о свойствах кабелей, требованиях к ним и условиях эксплуатации;
- разработка алгоритма выбора кабеля на основе базы знаний и входных параметров (температурный режим, механические нагрузки, длина линии и т.д.);
- тестирование и оптимизация экспертной системы на реальных данных.
- создание интерфейса для взаимодействия пользователя с экспертной системой.

Изучение нормативных документов и стандартов по выбору силового кабеля для сетей низковольтного напряжения, таких как ГОСТ 31996-2012 "Кабели силовые для сетей низкого напряжения", ПУЭ 7-го издания, также является частью задачи разработки экспертной системы.

Решение данных задач позволит создать удобную и эффективную экспертную систему выбора силового кабеля для сетей низкого напряжения, которая будет способствовать повышению безопасности и надежности электроснабжения.

**ТЕХНОЛОГИЯ БЛОКЧЕЙН**

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Технология блокчейн является мощным инструментом кибербезопасности благодаря присущим ей характеристикам децентрализации, прозрачности, неизменности и криптографической безопасности.

Данная технология позволяет обеспечить безопасные механизмы аутентификации за счет использования пар открытого и закрытого ключей. Пользователи имеют свой собственный уникальный закрытый ключ, который они могут использовать для подписи транзакций или аутентификации себя.

Эти закрытые ключи можно безопасно хранить в блокчейне, что устраняет необходимость в традиционной аутентификации по имени пользователя и паролю, которая может быть уязвима для кибератак, таких как взлом паролей или фишинговые атаки.

Распределенная архитектура блокчейна обеспечивает целостность данных, предоставляя децентрализованный и неизменный реестр. Как только данные записываются в блокчейн, их нельзя подделать или изменить без согласия участников сети.

Это может снизить риск утечки данных, кражи личных данных и несанкционированного доступа, поскольку контроль над личной информацией переходит от централизованных организаций к самим людям.

Благодаря технологии блокчейн смогла реализоваться идея смарт-контракта – это самоисполняющийся контракт с predetermined условиями и правилами, написанными в коде, которые выполняются автоматически при выполнении условий.

Таким образом смарт контракт позволяет избавиться от третьей стороны при заключении договора, что позволяет упростить процессы обеспечения безопасности, такие как управление доступом, реагирование на инциденты и исправление уязвимостей, а также снизить риск человеческой ошибки или манипуляции.

В настоящее время блокчейн ассоциируют только с криптовалютой и финансовыми операциями, но благодаря смарт-контрактам данная технология может использоваться в самых разных областях:

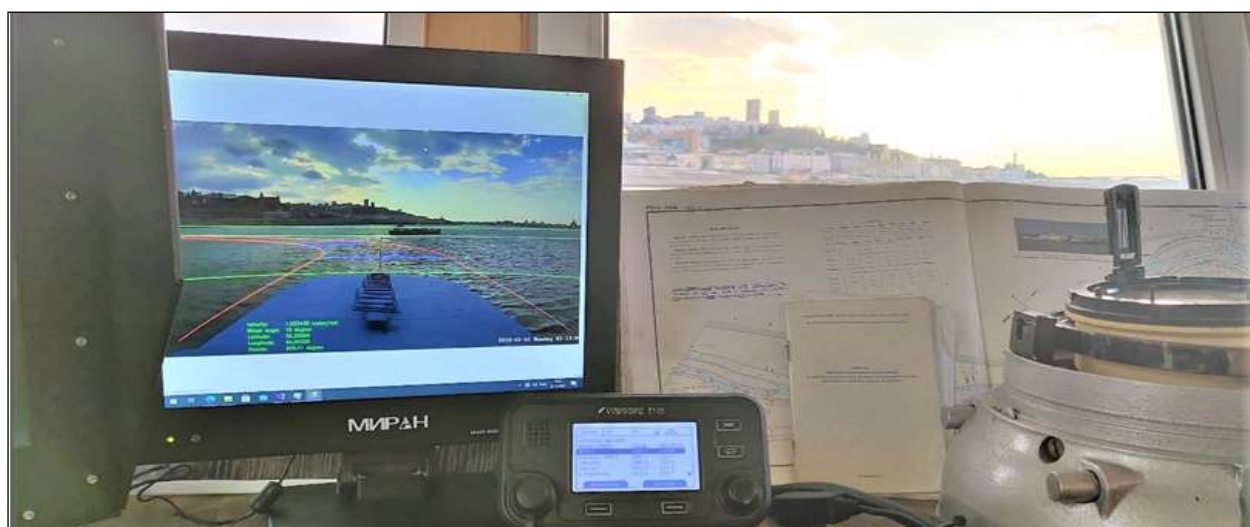
- в государственных учреждениях активно внедряется в Грузии. благодаря переходу на блокчейн, документы требующие заверения нотариуса или государственной агентуры, могут быть выписаны сразу смарт-контрактом;
- в медицинских компаниях примером может служить блокчейн eXoPIM, который служит базой хранения истории о здоровье пациента. благодаря возможности его внедрения в любую организацию, которая соответствует требованиям, пациент и врач могут всегда получить доступ к истории болезней несмотря на то, в какой стране находится учреждение. финансируется данный проект самостоятельно, благодаря продаже анонимных данных в исследовательские институты;
- в трансграничных поставках - блокчейн позволяет уменьшить документооборот и снизить число посредников, благодаря прозрачности смарт контрактов можно всегда отслеживать что происходит с посылкой.

В целом, блокчейн может революционизировать кибербезопасность, обеспечивая повышенную безопасность, прозрачность и децентрализацию. Однако из-за высоких затрат на запуск и поддержку серверов блокчейна, данная технология не слишком часто применяется, что изменится со временем при постоянной цифровизации общества.

## СИНТЕЗ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОГНОЗНОЙ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ СУДНА НА БЛИЖНИХ ДИСТАНЦИЯХ

Волжский государственный университет водного транспорта

Движение водоизмещающего судна по курсу в линейных районах и акваториях внутренних водных путей осуществляется обычно в стесненных навигационных условиях (СНУ). К ним, например, относятся участки с регулируемым движением и всевозможные помехи. В силу наличия таких и подобных им ограничений движению судна по курсу судоводитель должен уметь в сжатые промежутки времени, на ближних дистанциях принимать решения, обусловливаемые текущей эксплуатационной ситуацией. Ошибочное прогнозирование траектории движения судна с последующим принятием не вполне корректного решения может привести к нештатным ситуациям таким, как посадка судна на мель, касание затопленных предметов, навал, столкновение с гидротехническими сооружениями и т.п. Один из возможных подходов к совершенствованию способов управления движением судна по курсу в СНУ заключается в реализации технологии дополненной реальности при отображении на мониторе ходового мостика в реальном масштабе времени прогнозной траектории движения судна (ПТДС) вкупе с цифровым двойником видимой панорамы текущей судоходной обстановки. В качестве реализации такого подхода на рис. 1 приведен стоп-кадр проекции ПТДС на цифровой двойник панорамы судоходной обстановки.



**Рис. 1. Стоп-кадр проекции ПТДС на цифровой двойник панорамы судоходной обстановки**

Доклад посвящен результатам теоретической разработки технологии синтеза и визуализации прогнозной траектории движения судна на ближних дистанциях реализации, а также её реализации путем разработки модельно-алгоритмического обеспечения и его экспериментального апробирования в условиях натурального эксперимента и практического апробирования.

---

Галеев, Р.Э. О выборе математической модели для построения траектории движения судна в системе поддержки принятия решений судоводителем / Р.Э. Галеев // Научные проблемы водного транспорта. Вестник ВГАВТ. 2023. Вып. 7. С. 174-185. DOI: 10.37890/jwt.vi74.356.

**РАЗРАБОТКА ЧАТ-БОТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ  
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского  
Дзержинский филиал

Интеллектуальные чат-боты — это программная система, которая может взаимодействовать или общаться в чате с пользователем на естественном языке [1, с. 2].

Создание интеллектуального чат-бота можно разбить на несколько шагов [2, с. 42].

Шаг 1: Определение цели его создания для определения функциональности.

Шаг 2: Выбор платформы в соответствии с бюджетом и целью создания (Dialogflow, Botpress, IBM Watson, Amazon Lex и другие).

Шаг 3: Создание диалоговой модели для имитации человеческого разговора (язык разметки JSON или YAML).

Шаг 4: Обучение чат-бота с использованием алгоритмов машинного обучения ML (Machine Learning) [3, с. 23]. Это процесс, в ходе которого он учится распознавать и анализировать запросы пользователей и предоставлять соответствующие ответы.

Шаг 5: Тестирование и оптимизация.

Работу с пользователем можно представить цепочкой последовательных действий:

- получение запроса от клиента;
- понимание намерений клиента;
- выполнение действий в соответствии с заранее определённым сценарием (скриптом) по обработке клиентского запроса;
- выработка ответа на естественном языке;
- сохранение диалога для обработки последующих клиентских обращений;
- отправка ответа клиенту.

Предварительная обработка текста включает в себя: токенизацию (разбиение на слова), выявление и исправление опечаток, стемминг (определение основы слов), лемматизацию (определение нормальной формы слов), отбрасывание стоп-слов (артикли, междометия, союзы), расширение запроса с помощью словарей синонимов, выявление значимых слов, произведение расширения запроса деревом синтаксического разбора.

Классификация запроса, в соответствии с текущим контекстом диалога, производится на основе примеров фраз, формальных шаблонов, алгоритмов машинного обучения.

В случае получения запроса от клиента по аудио каналу предварительно производится распознавание и автоматическая обработка речи, состоящая из следующих этапов: оценка качества речевого сигнала, акустическая адаптация, выделение фонетических характеристик для синтаксического и семантического анализа, распознавание.

***Библиографический список***

1. Машин Т. Создание чат-ботов с Dialogflow, Watson, ChatterBot и Rasa. 280 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://knigid.ru/41755-timur-mashnin-sozдание-chat-botov-s-dialogflow-watson-chatterbot-i-rasa/read.html> (дата обращения: 16.04.2023)
2. Срини Джанарсанам Разработка чат-ботов и разговорных интерфейсов / пер. с англ. М. Райтман. – Москва : ДМК Пресс, 2019. – 340 с.
3. Бушмелева К.Г. Бот в помощь. Книга-практикум по созданию чат-ботов и автоматизации бизнеса. 90 с.. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.litres.ru/kseniya-grigorevna-b/bot-v-pomosch-kniga-praktikum-po-sozdaniu-chat-botov/chitat-onlayn/> (дата обращения: 16.04.2023)

## МОДЕЛИ И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ БИОНИЧЕСКИМ ПРОТЕЗОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современный бионический протез – это сложный программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий взаимодействие человека, имеющего некоторое физическое увечье, с окружающей средой. Действующая в Российской Федерации нормативно-правовая база запрещает вживление датчиков в тело человека [1]. Это ограничение определяет необходимость создания и использование специальных неинвазивных интерфейсов, позволяющих считывать биоэлектрические сигналы, соответствующие сигналам в нервной системе человека. В странах Западной Европы и США нет таких строгих ограничений на вживление в тело человека различных средств сопряжения центральной нервной системы (ЦНС) с кибернетическими системами. Поэтому в 2014 году международная группа ученых, специалистов из Италии, Швеции и Германии провели первую успешную операцию, в рамках которой протез был соединен с нервами пациента – датчанина Дениса Аабо. Система датчиков, которыми был оснащён протез, и его электронная начинка формировали набор электрических импульсов, передаваемых непосредственно в нервную систему человека, идентичных сигналам, порождаемых рецепторами периферической нервной системы в теле человека [2].

Современная нейрофизиология исходит из того, что при выполнении того или иного движения человеческое сознание оперирует не командами управления отдельных мышечных волокон, а целых групп мышц – групповое управление. На основании данного подхода было введено понятие двигательного паттерна. Оно позволяет связать между собой определенный образ активности коры головного мозга, регистрируемого при помощи ЭЭГ, и сигналами возбуждения, передаваемыми мышечным группам, регистрируемым при помощи датчиком ЭМГ сигналов.

С точки зрения системного анализа, ситуация группового управления хорошо решается в рамках многоагентного подхода [3]. Агент представляет собой компонент информационной системы, предназначенный для выполнения одной задачи. Многоагентная система управления бионическим протезом должен решать следующие задачи:

- 1) распознавание двигательного паттерна;
- 2) управление узлами и механизмами протеза;
- 3) накопление опыта по взаимодействию с конкретным человеком – владельцем протеза.

Таким образом, в рамках задачи адаптивного управления умным бионическим протезом в системе блока управления должны быть реализованы три специализированные управляющие блока - автомата:  $M_1$ ,  $M_2$  и  $M_3$ . Автомат  $M_1$  выполняет функции распознавания команды от человека. Автомат  $M_2$  отвечает непосредственно за управление узлами и исполнительными механизмами протеза. Автомат  $M_3$  выполняет функции анализа результатов распознавания двигательного паттерна, управления и адаптации протеза к изменяющимся условиям внешней среды, формированию и накоплению опыта в виде определенных моделей управления.

Сопряжение работы управляющих агентов-автоматов обеспечивается за счет использование общих форматов управления, общих способов кодирования информации и построения системы управления на основании принципа открытых информационных систем.

### *Библиографический список*

1. ГОСТ Р 56138-2014 Протезы верхних конечностей. Технические требования.



2. Панов, А.В. Система управления бионическим протезом на основе электромиографии / А.А. Панов, К.А. Миндров, А.А. Кузнецов // Инженерный вестник Дона, № 8, 2021.
3. Гладкова, Л.А. Эволюционирующие многоагентные системы и эволюционное проектирование / Л.А. Гладкова, Н.В. Гладкова // Известия ЮФУ. Технические науки. 2020 №4, С. 48-59 DOI 10.18522/2311-3103-2020-4-48-59

УДК 004.62

ЗВЕРЕВ Е.С., ВИКУЛОВА Е. Н.

## **СОЗДАНИЕ НАВИГАТОРА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ МАРШРУТОВ С УЧЁТОМ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Безопасность дорожного движения волнует каждого из нас, поэтому реализуемый в нашей стране национальный проект «Безопасные и качественные дороги» [1], должен привести к положительным изменениям в этой области и улучшить качество жизни. При этом многие водители хотели бы уже сейчас в реальном времени получать информацию о динамически изменяющейся ситуации, чтобы иметь возможность построить маршрут следования с учетом качества автомобильных дорог.

В связи с этим актуальной задачей становится разработка системы навигации, которая способна подстраиваться под изменяющиеся факторы, влияющие на безопасность движения, и предоставлять водителям на выбор маршрут, учитывающий и их личные предпочтения, и качество дороги, и дорожную обстановку.

На сегодняшний день в мире ведутся разработки подобных систем [2], но в России не существует комплексного программного решения. Некоторые проекты акцентируют внимание на факторе качества дорожного покрытия («Карта убитых дорог» ОНФ), другие позволяют строить навигацию без учёта ремонтируемых участков трассы («Яндекс.Навигатор»).

После анализа существующих решений была спроектирована собственная система: веб-приложение навигатор, сервер которого написан на NodeJS, а клиент на VueJS. Текущая версия системы получает геоданные для построения маршрута из открытой базы OpenStreetMap по Нижегородской области. Для быстрого доступа к информации была спроектирована база данных на основе СУБД PostgreSQL с расширением PostGIS.

В основе формирования маршрута лежит алгоритм Дейкстры поиска пути на графе. Была произведена оптимизация производительности базы за счёт индексирования объектов, являющихся дорогами, и хранения координат в виде геометрических типов, за счёт чего увеличилась скорость поиска соседних узлов графа дорог. На данный момент в качестве критериев безопасности маршрута выбраны аварийность участка дороги на основе статистики ГИБДД и оценка качества дороги OpenStreetMap.

Особенностью разработанной системы является использование полностью открытых источников данных. Ещё одно отличие заключается в том, что построение автомобильных маршрутов производится с учетом нескольких различных факторов, определяющих уровень безопасности дорожного движения. В существующей версии системы такими факторами являются статистика аварийности на участке трассы и качество дороги.

В дальнейшем планируется добавить данные об освещённости дороги и погодных условиях в реальном времени.

В настоящее время проводится работа по оптимизации производительности навигатора, адаптации его под работу с другими регионами, а также модификации критерия безопасности дороги для более точной оценки дорожной ситуации.

### *Библиографический список*

1. “Национальный проект”: [Электронный ресурс] // Официальный портал национального проекта «Безопасные качественные дороги». URL: <https://bkdrf.ru/>. (Дата обращения: 28.02.2022).
2. **Q. Liu, S. Kumar and V. Mago.** Safernet: Safe transportation routing in the era of internet of vehicles and mobile crowd sensing // Proceedings of the 2017 14th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC), Jan. 2017, pp. 299-304.

УДК 004.056.5

ИВАШКИН А.Д., КУБЫШЕВ И.А., СТЕПАНОВ Я.Д.

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ХРАНЕНИЯ ПАРОЛЕЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Хранение паролей пользователей в базах данных является одним из наиболее важных аспектов безопасности веб-приложений. Утечки паролей могут привести к серьёзным последствиям, таким как несанкционированный доступ к персональным данным пользователей и нарушение их конфиденциальности.

В этой статье мы рассмотрим некоторые из наиболее распространённых методов хранения паролей в базах данных и оценим их преимущества и недостатки. Мы также рассмотрим современные методы хранения паролей и лучшие практики, которые могут помочь улучшить безопасность хранения паролей в приложении.

Первые веб-приложения хранили пароли пользователей в базах данных в открытом виде. Это означало, что злоумышленники могли легко получить доступ к личным данным пользователей, если они получили доступ к базе данных. Для устранения этой проблемы были разработаны методы хэширования паролей.

Важно отметить, что именно хэширование вместо шифрования. Так как знание самого пароля пользователя нам не так необходимо для его аутентификации, мы можем обойтись лишь «слепком» этого пароля, то есть хэшем. Также в случае использования шифрования мы рискуем нарваться на проблему утечки и шифрованного пароля, и ключа к нему, что позволит злоумышленнику получить данные для входа.

Метод хэширования позволяет преобразовать пароль в непонятную для человека строку символов, называемую хэшем. Хэш сохраняется в базе данных вместо пароля, и когда пользователь вводит пароль, он хэшируется и сравнивается с сохранённым хэшем.

Преимущество хэша в том, что его крайне сложно перевести в исходную строку, то бишь пароль. Как понятно из названия, процесс хэширования строится на хэш-функциях, которые в свою очередь строятся на однонаправленных функциях. Идея последней заключается в том, что мы с лёгкостью можем вычислить из входного значения выходное, но вычисление входного значения по выходному крайне затратно по ресурсам.

Однако хэширование не является полностью надёжным методом хранения паролей, так как злоумышленники могут использовать словарные атаки и атаки методом перебора, чтобы восстановить исходный пароль из хэша.

Словарная атака основывается на том, что большинство пользователей использует простые или распространённые пароли, такие как "password", "123456", "qwerty" и т.д. Злоумышленник создаёт список этих паролей, называемый "словарём", и затем пытается сопоставить каждый пароль из списка со значениями хэша, хранящимися в базе данных. Если злоумышленник находит совпадение, то он может узнать исходный пароль.

Атака методом перебора основывается на переборе всех возможных комбинаций символов в пароле. Злоумышленник генерирует список всех возможных паролей, и затем пытается сопоставить каждый пароль со значениями хэша, хранящимися в базе данных. Этот метод требует значительного объёма вычислительной мощности и времени, поскольку количество возможных комбинаций символов может быть очень большим, особенно если пароль содержит множество символов и различных регистров.

Чтобы предотвратить такие атаки, можно использовать метод солениа. Соль — это случайная последовательность символов, добавляемая к паролю перед хэшированием. Это усложняет задачу злоумышленнику, поскольку каждый пароль должен быть перебран в сочетании со своей уникальной солью.

УДК 517.1

КОЗЛОВА А. А., ХАРИТОНОВА И. Ю.

## **КАЛЬКУЛЯТОР БУЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ**

ДПИ НГТУ им. Р. Е. Алексеева

Построение вычислительных моделей, проектирование и оптимизация релейно-контактных схем и другие прикладные задачи предполагают использование булевых функций для формализации задачи. В медицине с помощью булевых функций [1] можно представить логическую связь между симптомами и видом заболевания пациента. Булевы функции лежат в основе теории распознавания образов.

Целью проекта является разработка калькулятора, позволяющего по введённой пользователем булевой функции составить её таблицу истинности, совершенную конъюнктивную, совершенную дизъюнктивную нормальные формы, минимальную дизъюнктивную форму и полином Жегалкина (алгебраическая нормальная форма). Булева функция, вводимая пользователем, представляется как логическое выражение, составленное по правилам булевой алгебры [2]. Разработан удобный оконный интерфейс, интуитивно понятный пользователю. Результат представляется в окне вывода.

Программа будет актуальна для пользователей, которые часто работают с булевыми функциями, содержащими большое количество переменных.

Для реализации проекта использовался язык программирования Python [3]. Причиной выбора этого языка является большое количество встроенных функций, позволяющих решать алгоритмически сложные задачи, удобство построения оконного интерфейса и хорошая читаемость кода [4].

В качестве возможного расширения возможностей программы можно добавить вывод промежуточных вычислений, а также удобное представление в графическом интерфейсе, позволяющем иллюстрировать процесс построения форм логических выражений. Это может быть использовано как интерактивное пособие при изучении булевой алгебры.

### ***Библиографический список***

- 1. Новиков, Ф.А.** Дискретная математика для программистов: # учебник для вузов / Ф. А. Новиков. - СПб. : Питер, 2001. - 304с.: ил.
- 2. Лихтарников, Л.М.** Математическая логика. Курс лекций. Задачник-практикум и решения: учебное пособие / Л.М. Лихтарников, Т.Г. Сукачева. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 288 с. – Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/167754>

3. **Марк Симмерфильд** Python на практике / Пер. с англ. Слинкин А. А. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 338с.: ил.
4. **Бизли Д., Джонс Б. К.** Python. Книга рецептов / пер. с англ. Б. В. Уварова. – М.: ДМК Пресс 2019 – 648 с.: ил.

УДК 004.89

КУЗНЕЦОВ Г.Д.

## **ПОИСК НЕЙРОННОЙ АРХИТЕКТУРЫ С ПОМОЩЬЮ ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Нейронные сети — это мощные и гибкие модели, которые хорошо работают для многих сложных задач обучения в области распознавания изображений, речи и естественного языка. Несмотря на их успех, нейронные сети все еще трудно проектировать [1]. В данной работе используется рекуррентная сеть для создания описаний моделей нейронных сетей и обучается эта RNN с помощью обучения с подкреплением, чтобы максимизировать ожидаемую точность сгенерированных архитектур на тестовом множестве данных. На наборе данных CIFAR-10, метод начиная с нуля, может спроектировать новую архитектуру сети, которая по точности на тестовом наборе может соперничать с лучшей изобретенной человеком архитектурой. Модель CIFAR-10 достигает коэффициента 3,65 в ошибках теста, что на 0,09 процента лучше и в 1,05 раза быстрее, чем предыдущая современная модель, использующая аналогичную архитектурную схему. На наборе данных «Penn Treebank» модель может составить новую рекуррентную ячейку, которая превосходит широко используемую LSTM и другие современные базовые модели. Ячейка на тестовом наборе Penn Treebank достигает уровня качества в языковых моделях 62,4, что на 3,6 лучше, чем у предыдущей современной модели. Ячейка также может быть перенесена на задачу моделирования языка символов на РТВ и достигает современного уровня качества в языковых моделях в 1.214.

В данной работе представлен метод поиска нейронной архитектуры, основанный на градиенте, для поиска хороших архитектур. Работа основана на наблюдении, что структура и связность нейронной сети может быть привычно задана строкой переменной длины. Поэтому можно использовать рекуррентную сеть, для генерации такой строки [2]. Обучение сети, заданной строкой (дочерней сети) на реальных данных приведет к точности на проверочном множестве. Используя эту точность в качестве сигнала вознаграждения, можно вычислить градиент политики для изменения контроллера. В результате на следующей итерации контроллер будет давать более высокую вероятность архитектурам, которые получают высокую точность. Другими словами, контроллер со временем, будет учиться улучшать свой поиск.

Эксперименты показывают, что нейронный архитектурный поиск может создавать хорошие модели с нуля, что считается сложным для других методов. При распознавании изображений с помощью CIFAR-10 нейронный архитектурный поиск может найти новую модель.

Представляется несколько усовершенствований основного подхода, таких как формирование пропуска соединений для увеличения сложности модели.

---

Jacob Andreas, Marcus Rohrbach, Trevor Darrell, and Dan Klein. Learning to compose neural networks for question answering. In NAACL, 2016.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ ЗА СЧЕТ ИНТЕГРАЦИИ GLPI И РАЗРАБОТКИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ПЛАГИНОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные компании имеют очень сложную инфраструктуру, которая требует больших финансовых и человеческих ресурсов на ее мониторинг и менеджмент. Не так давно на международном рынке программного обеспечения появилась отдельная категория продуктов, которая призвана помочь администраторам организаций в этих действиях и имеет название ИТАМ (IT asset management). На текущий момент сегмент рынка данного типа ПО переживает активный рост, а представленные решения активно расширяют свой функционал.

Одним из самых ярких представителей ИТАМ решений является GLPI. Это проект с открытым исходным кодом и возможностью использования на безвозмездной основе внутри коммерческих организаций. Он обладает широким функционалом даже по сравнению с коммерческими продуктами той же категории, возможностями по изменению исходной системы под нужды бизнес-процессов конкретной организации и способностью к значительному масштабированию.

В функции данного программного обеспечения входят сбор и менеджмент данных об аппаратном и программном обеспечении систем организации, мониторинг лицензий и контрактов, создание баз знаний, организация единой службы технической поддержки, создание и менеджмент проектов, управление финансами компании, предоставление отчетов по любым процессам и параметрам в текстовом и графическом виде, администрирование сущностей пользователей и разграничение прав доступа [1].

В итоге использование всего спектра функционала такого решения приводит к повышению эффективности и прозрачности ведения операционной деятельности предприятия, что дает снижение общих затрат и шансов на реализацию репутационных и финансовых рисков в ходе процесса аудита, а также оптимизацию использования человеческих и вычислительных ресурсов.

Для реализации подобного проекта в рамках инфраструктуры конкретной компании необходимо проанализировать ее операционную деятельность, собрать серверную систему по определенным требованиям, настроить программное обеспечение и его среду. После чего можно заниматься непосредственным процессом интеграции и настройки системы GLPI согласно требованиям, полученным из анализа бизнес-процессов компании. Внедрение подобного решения является трудоемким и времязатратным процессом, но, исходя из исследований [2], окупаемость данного мероприятия происходит менее чем за год с момента ввода системы в эксплуатацию из-за получаемых выгод, описанных выше.

Не весь требуемый организации функционал доступен в оригинальном решении, но его можно расширить за счет плагинов. К примеру, в ИТАМ решении GLPI доступен сбор статичной информации об аппаратном и программном обеспечении серверных систем, но отсутствует возможность собирать показания об их состоянии (например, температура компонентов). С данной целью был реализован плагин, который связывается с отдельным контроллером (ВМС [3]) на материнской плате и собирает через него различную телеметрию с целью дальнейшего анализа на предмет неисправностей. В случае их обнаружения, плагин уведомит администратора сети о найденных неисправностях.

Таким образом, в современном мире процесс интеграции ИТАМ решения в инфраструктуру компании является ключевым для дальнейшего развития организации и ее операционной деятельности.

## Библиографический список

1. Документация GLPI для пользователя. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://glpi-user-documentation.readthedocs.io/>.
2. Softline: что такое технология ITAM. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/softline/articles/203956/>.
3. Gigabyte: baseboard management controller (BMC). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.gigabyte.com/Glossary/bmc#:~:text=A%20baseboard%20management%20controller%20\(BMC,management%20of%20a%20host%20system.](https://www.gigabyte.com/Glossary/bmc#:~:text=A%20baseboard%20management%20controller%20(BMC,management%20of%20a%20host%20system.)

УДК 004.946

КУПРИЯНОВА Т.В., ПОСПЕЛОВА Н.В.

### КОНЦЕПЦИЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ CYBER AR С ПРИМЕНЕНИЕМ AR-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ КИБЕР-МУЗЕЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сотрудники компании Statista на основе обработанных данных об объеме мирового рынка приложений дополненной реальности (Augmented Reality, AR) для смартфонов сделали вывод, что популярность AR-приложений будет увеличиваться. По их прогнозам, к 2024 году в мире будет 1,73 миллиарда пользователей мобильной AR [1].

Использование AR-приложений для музеев – это перспективное направление, поэтому было принято решение о разработке мобильного AR-приложения Cyber AR, предназначенного для посетителей Кибер-музея. В Cyber AR будут доступны функции прохождения AR-квеста «Путешествие с роботом», виртуальный гид и интерактивность с 3D-моделями экспонатов.

В настоящее время ни в одном техническом музее России не существует AR-квестов. Частью разрабатываемого Cyber AR является AR-квест «Путешествие с роботом», основанный на опыте поиска сокровищ. Внедрение именно квеста объясняется тем, что Кибер-музей является интерактивным научно-техническим музеем. Он отличается от других музеев своими увлекательными загадками и квестами. Cyber AR способствует привлечению аудитории – детей, молодежи и взрослых, которые получают новую познавательную информацию о музейной экспозиции. При этом мобильное AR-приложение учитывает потребности разных возрастных категорий целевой аудитории. В ходе работы над концепцией мобильного AR-приложения Cyber AR были разработаны сюжет и загадки AR-квеста, интерфейс (рис. 1) и структура мобильного AR-приложения для Кибер-музея.



Рис. 1. Экраны из мобильного приложения Cyber AR для Кибер-музея

В результате работы с концепцией Cyber AR была разработана тестовая версия мобильного приложения, которая стала проходить начальную стадию тестирования. После релиза Cyber AR с AR-квестом «Приключения с роботом» ожидаются положительные результаты по увеличению притока посетителей и повышению вовлеченности в музейную экспозицию Кибер-музея.

---

Number of mobile augmented reality (AR) active user devices worldwide from 2019 to 2024 (in billions). – Текст: электронный // Statista: сайт. – URL: <https://www.statista.com/statistics/1098630/global-mobile-augmented-reality-ar-users/> (дата обращения: 17.11.2022).

УДК 004.8

ЛЕБЕДЕВ А.А., НАЖИМОВА Н.А.

## **TRANSFER LEARNING В ГЛУБОКОМ ОБУЧЕНИИ: ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДХОДА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время многие разработчики и исследователи активно применяют глубокое обучение в различных сферах. Однако для достижения высоких результатов в этой области необходимо иметь достаточно большой объем данных для тренировки эффективных моделей.

Один из подходов, который может быть полезен в этом случае, это Transfer Learning. Этот метод заключается в использовании знаний, полученных при решении одной задачи, для решения другой задачи. В контексте глубокого обучения, Transfer Learning позволяет использовать предобученные модели для различных задач, таких как классификация изображений, сегментация изображений и распознавание речи.

Применение Transfer Learning может значительно ускорить процесс обучения и повысить точность предсказаний. Однако, этот метод также имеет свои ограничения и требует дополнительного исследования, включая выбор алгоритма переноса знаний, описание структуры модели и выбор источника знаний.

Исследование вопроса применимости Transfer Learning в глубоком обучении является актуальной темой в настоящее время. Это позволит эффективнее использовать большие датасеты и усложнить задачи, что, в свою очередь, может привести к разработке новых методов обучения и улучшению качества классификации данных.

Таким образом, Transfer Learning - это важный метод в глубоком обучении, который имеет большой потенциал для улучшения различных приложений машинного обучения. Вопрос его применимости должен оставаться актуальным для исследования и дальнейшего развития этой области.

Другой важный аспект, который следует учесть при исследовании применимости Transfer Learning, это наличие различных типов предобученных моделей. Некоторые модели могут быть эффективными для определенных задач, но не достаточно эффективны для других. Поэтому, для достижения наилучших результатов, необходимо проанализировать различные типы моделей и выбрать ту, которая наиболее подходит для конкретной задачи.

Важным фактором для успешного применения Transfer Learning является также подход к обучению. Например, при обучении на большом объеме данных необходимо использовать батч-обучение, что позволяет эффективнее использовать ресурсы и ускорить процесс обучения. Также, при использовании Transfer Learning, рекомендуется использовать аугментации

данных, которые позволят увеличить количество тренировочных данных и повысить общую эффективность модели.

В целом, исследование применимости Transfer Learning в глубоком обучении может иметь значительный вклад в улучшение систем машинного обучения и различных приложений. Но чтобы получить максимальную отдачу от этого метода, необходимо учитывать множество факторов, включая выбор моделей, подход к обучению и алгоритм переноса знаний. За последние годы Transfer Learning продемонстрировал свою эффективность в решении различных задач машинного обучения, и его применение продолжает активно развиваться.

УДК 004

ЛОГИНОВА И.В., ПАНКРАТОВА А.З.

## **ТАРГЕТИРОВАНИЕ РЕКЛАМЫ НА БАЗЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ЗАПРОСОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

За последние годы резко увеличилось количество времени и денег, которые потребители тратят в Интернете. Как следствие, Интернет стал важным каналом, который фирмы могут использовать для общения с потребителями, что привело к появлению онлайн-рекламы. Учитывая масштаб и новизну онлайн-рекламы, растет потребность в понимании того, как потребители на нее реагируют.

Современный рынок рекламы требует от маркетологов постоянного поиска новых методов и технологий, которые помогут эффективно продвигать продукты и услуги. Реклама в социальных сетях представляет собой совершенно новое измерение рекламы, поскольку она предлагает интерактивность для пользователей.

Проведенные исследования показывают, что покупатели чаще приобретают продукты или бренды, рекомендованные потребителями, чем продукты или бренды, рекомендованные производителем или маркетинговыми агентствами [1]. Таким образом, покупатели, использующие социальные сети, играют большую роль в формировании имиджа бренда продукта и делятся идеями, связанными с продуктом, в Интернете.

Таргетированная реклама позволяет сократить затраты на рекламу, так как она показывается только тем людям, которые могут быть заинтересованы в продукте или услуге. Кроме того, она увеличивает эффективность рекламной кампании за счет того, что пользователи, которые видят рекламу, более склонны к ее приобретению [2].

Например, ВКонтакте предоставляет рекламодателям ряд возможностей для таргетинга на своих целевых клиентов. Рекламодатели могут ориентироваться на потенциальных клиентов на основе их демографических данных, таких как возраст, пол и местоположение, а также анализировать ключевые слова или поисковые запросы пользователей. Кроме того, можно адаптировать рекламу с учетом интересов и поведения пользователей в сети. В совокупности все это помогает рекламодателям показывать нужный контент. Однако при большом количестве пользователей анализ таких данных может быть крайне сложен.

В данной работе для решения этой проблемы используются методы кластеризации в сочетании со скрытым семантическим анализом. Кластеризация позволяет разбить пользователей на группы с похожими характеристиками, такими как интересы, поведение, демографические данные и т.д. [3]. Затем на основе этих данных создается модель, которая по ключевым запросам пользователя определяет, какие группы товаров или услуг ему интересны и, таким образом, предлагает соответствующие категории рекламы.



### *Библиографический список*

1. **Рубцова, Е. В.** Особенности современной рекламы: социально-психологическое воздействие / Е. В. Рубцова // Карельский научный журнал. – 2020. – Т. 9. – № 1(30). – С. 57-60.
2. **Назаров, А. Д.** Таргетированная реклама как ключевой инструмент маркетолога / А.Д. Назаров // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. - 2020. - № 5. - С. 144-146.
3. **Мандель, И.Д.** Кластерный анализ / И.Д. Мандель – М.: Финансы и статистика, 1988. – 176 с.

УДК 621.039.513

МАКАРОВ И.А., ЭЗЕКОВ А.Г., ЗОТОВ И.С., ЦЫГВИНЦЕВ А.Н., ГРОЗДОВ Е.С.,  
ЛЕВИН М.В.

### **ОПЫТ РАЗРАБОТКИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЯЭУ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ГСУ НА ВИРТУАЛЬНОМ СТЕНДЕ**

«АО ОКБМ Африкантов»

Сегодня внедрение компьютерных технологий в процессы разработки, отладки и эксплуатации ЯЭУ в целом и отдельных систем является одной из важных задач атомной отрасли, так как позволяют достичь высокого уровня их безопасности и надежности. Отладка аппаратуры и функционального программного обеспечения (ФПО) системы управления (СУ) на виртуальном стенде СУ является частным способом достижения данной цели. В основе данной технологии лежит использование математической модели (ММ) ЯЭУ, представляемой как совокупность моделей технических средств.

Математическая модель ЯЭУ в состав которой входят модели реакторной установки (РУ) и паротурбинной установки (ПТУ) представляет собой всережимную математическую модель динамики, воспроизводящую в реальном времени взаимосвязанные нейтронно-физические, теплогидравлические и механические процессы, протекающие в системах и оборудовании РУ, предназначенную для использования в качестве средства имитации процессов функционирования систем и механизмов РУ и ПТУ при отладке алгоритмов управления и комплексных испытаниях аппаратуры систем главной системы управления (ГСУ) техническими средствами (ТС) ЯЭУ на стенде, в составе комплексной электронной математической модели (КЭММ) ЯЭУ.

Применение математической модели ЯЭУ позволяет проверить целостность, непротиворечивости алгоритмов управления и корректность их реализации в штатном ФПО системы управления в соответствии с исходными данными выданными генпроектантом. Это позволяет значительно сократить время и ресурсы, затрачиваемые на выявление и устранение ошибок при эксплуатации системы. При этом данный подход позволяет тестировать ФПО в режимах, недоступных при швартовых испытаниях и комплексных швартовых испытаниях ввиду требований безопасности.

Эта технология была применена в рамках работ по проверке ФПО ГСУ ТС. «АО ОКБМ Африкантов» была создана математическая модель ТС РУ предназначенная для совместной работы с ММ ПТУ сторонней разработки.

Для обеспечения взаимосвязанного теплогидравлического расчета моделей ТС РУ и ММ ПТУ были разработаны средства обмена граничными условиями с ПО КЭММ ПТУ, которые включали в себя модули сетевого обмена данными и интерфейс обмена данными с ПО ММ ПТУ и средства интеграции, обеспечивающие взаимодействие моделей ТС РУ с ПО КЭММ ЯЭУ в части взаимодействия со стандартизованными средствами испытаний (ССИсп).

В дальнейшем КЭММ ЯЭУ использовалось для проверки алгоритмов ФПО систем из состава ГСУ ТС. В процессе испытаний ФПО были проверены все режимы, предусмотренные алгоритмами СУ ЯЭУ и эксплуатационной документацией. Результаты проверок выявили ряд замечаний к ФПО и необходимость его доработки с последующим внесением этих изменений в эксплуатационную документацию.

Применение КЭММ позволило провести тестирование совместной работы алгоритмов разных подсистем в режимах нормальной эксплуатации, режимах с нарушением нормальной эксплуатации и аварийных режимах, выявить ошибки в проектных алгоритмах и устранить их до поставки ГСУ ТС на объект, повысить качество и безопасность ГСУ ТС, упростить процесс ее проверки и корректировки в рамках МВИ, что значительно сократило время регулировочно-наладочных работ и пуско-наладочных работ. В свою очередь, данный подход улучшил пользовательский опыт взаимодействия с СУ.

УДК 004

МАРКИН А.Д., КУЛИГИНА Н.О.

## **ОБЗОР САД-СИСТЕМ**

Держинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева

САД-системы – это программные комплексы, которые используются для создания и редактирования 2D и 3D-моделей объектов. Они широко применяются в различных отраслях, таких как архитектура, машиностроение, электроника, авиация и медицина.

Одним из главных преимуществ САД-систем является возможность создания 3D-моделей. Это позволяет проектировщикам и инженерам создавать более точные и детальные модели объектов, что упрощает процесс проектирования и разработки. 3D-модели также позволяют проводить виртуальное тестирование и оптимизацию объектов до начала физического производства.

САД-системы обладают широкими возможностями для работы с большими объемами данных. Они позволяют работать с большим количеством файлов и моделей, что упрощает организацию рабочего процесса и повышает эффективность работы. Благодаря этому, САД-системы могут использоваться для проектирования и разработки сложных объектов, таких как здания, мосты, самолеты и т.д.

Однако, использование САД-систем требует определенных знаний и навыков в области геометрии, математики и физики. Чтобы успешно работать с САД-системами, необходимо иметь хорошее понимание принципов работы программного обеспечения и уметь применять различные инструменты для создания и редактирования моделей.

Кроме того, САД-системы требуют от пользователя высокой концентрации внимания и терпения. Создание сложных 3D-моделей может занять много времени и потребовать от пользователя многократного повторения одних и тех же действий. Однако, благодаря возможности сохранения и повторного использования моделей, САД-системы позволяют значительно сократить время на проектирование и разработку объектов.

В целом, САД-системы являются незаменимым инструментом для проектирования и разработки в различных отраслях. Они позволяют создавать точные и детальные модели объектов, сокращать время и средства на проектирование, а также повышать эффективность работы. Однако, использование САД-систем требует определенных знаний и навыков, поэтому перед началом работы с ними необходимо получить соответствующее образование или профессиональное обучение.

К САД-системам относятся следующие программные продукты:

- SolidWorks;
- NanoCad;

- AutoCad;
- Model Studio CS.

CAD системы состоят из следующих частей:

- графический интерфейс – пользовательский интерфейс, позволяющий человеку взаимодействовать с системой;
- модули моделирования – основные компоненты CAD-системы, которые позволяют создавать и изменять объекты в трехмерном пространстве;
- модули анализа – это компоненты, позволяющие проводить анализ объектов, созданных в CAD-системе;
- база данных – это хранилище информации о созданных объектах, их параметрах и свойствах;
- интеграционные модули – это компоненты, которые позволяют интегрировать CAD систему с другими продуктами и системами, например: CAM (Computer-Aided Engineering), CAE (Computer-Aided Engineering) и PDM (Product Data Management).

УДК: 519.854.2

МАРТЫНОВ Н.С., УЛЬЯНОВ К.С., ФЕДОСЕНКО Ю.С.

## МОДЕЛЬ И АНАЛИЗ СЛОЖНОСТИ СИНТЕЗА ОПТИМАЛЬНОГО РАСПИСАНИЯ ДВУХСТАДИЙНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОТОКА ОБЪЕКТОВ

Волжский государственный университет водного транспорта

Рассматривается двухстадийный процесс обслуживания потока объектов, схематично описывающий логистику доставки потребителям навалочных грузов (НГ) внутренним водным транспортом. На первой стадии процесса каждый объект потока подлежит обслуживанию стационарным процессором, по завершению которого объект адресуется для реализации второй стадии к одному из процессоров пространственно рассредоточенной совокупности. Данная схема предполагает использование судов и составов различных проектов из имеющегося у судовладельца грузового флота, а разработка оперативных планов загрузки НГ в порожние суда и назначения пунктов их последующей выгрузки осуществляется с учетом суммарных эксплуатационных расходов.

Математическая модель двухстадийного процесса обслуживания включает в себя стационарный процессор  $P_0$ , который предназначен для реализации обслуживания поступающих в дискретном времени объектов  $o_1, o_2, \dots, o_n$  совокупности  $O$ . Для объекта  $o_i$  считается известным момент  $t(i)$ ,  $i = \overline{1, n}$  его поступления в очередь на обслуживание процессором  $P_0$ , при этом полагается, что  $0 = t(1) \leq \dots \leq t(2) \leq \dots \leq t(n)$ . В момент времени  $t = 0$  процессор  $P_0$  свободен и готов к обслуживанию объектов совокупности  $O$ . Длительность обслуживания объекта  $o_i$  равна  $\tau(i)$ ,  $i = \overline{1, n}$ . Объект  $o_i$ ,  $i = \overline{1, n}$  по завершению обслуживания процессором  $P_0$  направляется к одному из стационарных процессоров совокупности  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ , назначаемому для реализации второй стадии обслуживания. Для каждого процессора  $P_j$  известна функция индивидуального штрафа  $\Psi_j(t)$  и полагаются известными  $v(i, j)$  – продолжительность перемещения объекта  $o_i$  от точки расположения процессора  $P_0$  до точки расположения процессора  $P_j$  и  $w(i, j)$  – продолжительность обслуживания объекта  $o_i$  процессором  $P_j$ ,  $j = \overline{1, n}$ . Все параметры модели считаются целочисленными. Стратегию  $S$  обслуживания совокупности  $O$  определяется парой  $[\rho, r(j), j = \overline{1, n}]$ , где  $\rho = (i_1, i_2, \dots, i_n)$  – перестановка элементов множества индексов  $\{1, 2, \dots, n\}$ , а  $r(j)$  – взаимно однозначное отображение множества индексов  $\{1, 2, \dots, n\}$  в себя. При реализации стратегии  $S$  объект с индексом  $i_k$  процессо-

ром  $P_0$  обслуживается  $k$ -м по очереди,  $k = \overline{1, n}$ ;  $r(j)$  – индекс процессора из совокупности  $P$ , которому объект  $o_j$  назначен для обслуживания,  $j = \overline{1, n}$ . По отображению  $r(k)$  определяется момент  $t^*(S, j)$  завершения обслуживания процессором  $P_j$ ,  $j = \overline{1, n}$  назначенного ему объекта. Таким образом, с каждой стратегией  $S$  ассоциируется величина  $\sum_{j=1}^n \Psi_j(t^*(S, j))$  – суммарного штрафа по всем процессорам совокупности  $P$ . Возникающая задача синтеза оптимального расписания обслуживания записывается в виде

$$\min \sum_1^n \Psi_j(t^*(S, j)). \quad 1)$$

Алгоритм решения (1) реализован на основе формализма динамического программирования, характеризуется экспоненциальной вычислительной сложностью, а проблема построения оптимального расписания обслуживания, является  $NP$ -трудной. Данное обстоятельство не является критичным в воднотранспортных ситуациях, в которых количество объектов в потоке  $O$  не превышает 13-15 единиц. Иные ситуации могут отличаться существенно бóльшим количеством объектов, и для решения соответствующих оптимизационных задач потребуется реализация эвристических подходов.

УДК 004

НАЗАРОВ Д.М., КУЛИГИНА Н.О., НАУМОВА Е. Г.

### **ЗАЩИТА БАНКОВСКИХ ОПЕРАЦИЙ**

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Защита банковских операций — это комплекс мер, направленных на обеспечение безопасности процесса проведения финансовых транзакций. С момента появления банковских операций, защита их проведения была одной из ключевых задач банков, поскольку любые ошибки и уязвимости могут привести к негативным последствиям для клиентов и организаций.

Объектом защиты при выполнении банковских операций являются: платежная информация, содержащаяся в документах и используемая для осуществления операций по перемещению денежных средств между счетами, банковский платежный и информационный технологические процессы, которые обрабатывают платежную информацию, а также сами носители защищаемой информации, такие как информационные ресурсы, документы на бумажных и магнитных носителях, речевая информация.

Основные угрозы информационной безопасности для банка могут поступать из нескольких источников: зависимость от поставщиков и партнеров, отказы или повреждение оборудования, внутренние и внешние нарушители безопасности данных.

Существует множество мер, используемых финансовыми учреждениями для обеспечения защиты банковских операций:

1. Надежные методы проведения транзакций. За безопасность транзакций отвечает протокол Secure Electronic Transaction, в его состав входят набор правил и протоколов безопасности для аутентификации осуществляемых транзакций и средства криптографической защиты. Еще одним вариантом является технология 3-D Secure, которая обеспечивает безопасность денежных переводов с помощью двухфакторной аутентификации пользователя.
2. Защищенные каналы связи. Для обеспечения безопасной передачи банковской информации используют несколько каналов передачи данных, на разнесенных физических линиях связи. Для передачи данных банки используют в основном IP и IPX-протоколы, IP VPN каналы, надежное телекоммуникационное оборудова-

ние. Безопасность банковских операций в труднодоступных районах достигается за счет использования услуг спутниковой связи стандарта VSAT.

3. Разделение прав доступа к информации. Доступ к данным осуществляется по ролевой модели. Ролевая модель применяется во всех банковских операциях — сотрудники не имеют доступа к данным, которые выходят за рамки их должностных обязанностей. Кроме того, любой запрос на доступ к данным журналируется, включая запросы администраторов и суперпользователей.
4. Специальное программное и аппаратное обеспечение. Все компьютеры сотрудников обеспечены защитой от создания скриншотов и оснащены системой контроля портов, которая предотвращает подключение внешних устройств, а также отслеживает копирование и печать данных.
5. Определение лимитов на совершение операций.
6. Использование методов резервного копирования информации.
7. Защита от несанкционированного доступа к информации.

Наиболее уязвимым местом в системе банковской безопасности является работа с подрядчиками или провайдерами, чьи требования к безопасности часто не так высоки. Для предотвращения этой уязвимости, банки часто предоставляют подрядчикам доступ к данным, нарушение конфиденциальности которых не приведет к наступлению финансовых рисков для банка.

УДК 004.832

НАЗИМОВ М.Д

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО, ЭВРИСТИЧЕСКОГО МЕТОДОВ И С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМОВ ИИ**

МБОУ «Школа № 115»

Решать задачи можно различными методами, все зависит от их типа. Например, творческие задачи эффективнее решать эвристическим методом, прогнозирование результатов способен выполнить алгоритм ИИ, а экономические задачи можно решать различными видами математического метода. Рассмотрим каждый из них поближе.

Эвристический метод — метод, который состоит из особых сводов правил и принципов, помогает развивать интуитивное мышление у человека, а также способствует более эффективному решению творческих задач [3].

Алгоритм ИИ — это последовательность вычислений и правил, используемые для решения проблемы или анализа набора данных. Алгоритмами ИИ можно решать различные типы задач, но в каждом типе, по сути, алгоритмы выполняют прогнозирование результатов при неизвестных входных данных, и именно данные здесь являются ключевым фактором, так как от их вида будет создаваться разный алгоритм [2].

Математический метод содержит в себе различные виды, которые используются в зависимости от типа задачи.

- Линейное программирование — это метод достижения наилучшего результата в математической модели, требования которой представлены линейными соотношениями [1].
- Теория игр изучает конфликты двух или более сторон, именуемых играми. Под изучение попадают сами игры, стратегии, применяемые в играх, а также модели поведения в играх. Поведение игроков обусловлено стратегиями. Стратегии, присущие игрокам носят название «модели поведения». Применяется в экономике и международных отношениях [6].

- Дифференциальные и интегральные счисления могут применяться в экономических расчетах. Так, с помощью интегралов можно находить объем производства за определенный промежуток времени, дисконтированную стоимость денежного потока, среднее время изготовления изделия [5]. Дифференциальные уравнения помогают решать задачи на освоение производственных мощностей, установления равновесной цены и т.д. [4].
- Теория множеств и графов — по большей части применяется в геоинформационных системах (при проектировании домов, кварталов, сооружений).
- Теория вероятностей — методы теории вероятностей чаще всего находят свое применение в областях науки и техники, а также в геодезии и астрономии.

Таким образом, под каждую задачу найдется свой более удобный метод решения. Из всех приведенных методов можно выделить математический, так как он представляет совокупность различных теорий и может подстраиваться почти под любую задачу.

### *Библиографический список*

1. [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.e455505b-644bd846-7d2b62f1-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Linear\\_programming](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.e455505b-644bd846-7d2b62f1-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Linear_programming)
2. <https://learn.microsoft.com/ru-ru/azure/architecture/data-guide/big-data/ai-overview>
3. <https://pandia.ru/text/80/216/46722.php>
4. Дюжева, Александра Владимировна Д954 Дифференциальные уравнения в задачах оптимального управления, вариационного исчисления и экономико-математического моделирования: учеб. пособие / А.В. Дюжева, Ю.О. Яковлева. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2017. – 96 с.
5. Применение определенного интеграла в экономических расчетах: Учебнометод. пособие / Т.И. Гавриш, Л.В. Станишевская — Мн.: БГЭУ, 2017. — 59 с.
6. <https://habr.com/ru/articles/502384/>

УДК 004.021

ПАНОВ Р.А.

## **БИНАРНАЯ КУЧА И БИНАРНОЕ ДЕРЕВО ПОИСКА ДЛЯ ПЛАНИРОВЩИКА ЗАДАЧ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Планировщик задач является важнейшим компонентом многих программных комплексов. От эффективности его реализации зависят ключевые характеристики системы. Однако следует отметить, что эффективность является относительным фактором. Например, планировщик задач для имитационного моделирования должен обладать большой емкостью и уметь быстро добавлять новые задачи даже, когда в расписании уже есть миллионы задач, а вот планировщик в системе реального времени должен быть оптимизирован для максимально быстрого выбора задачи с наивысшим приоритетом. Далее в статье будет показано, что эффективность операций добавления и извлечения задачи существенным образом зависит от выбора структуры данных, на базе которой построен планировщик. По сути задача сводится к реализации очереди с приоритетом, где в качестве приоритета может выступать либо непосредственно приоритет задачи, либо время, когда задача должна быть выполнена, либо комбинация обоих этих параметров. Как известно, для эффективной реализации очереди с приоритетом можно использовать бинарную кучу или сбалансированное бинарное дерево поиска, например, АВЛ или красно-черное дерево [1, 2]. Обе эти структуры данных имеют логарифмическую асимптотическую сложность для операций добавления и извлечения первого,

самого приоритетного, элемента. Однако, результаты измерений показывают, что, несмотря на одинаковую асимптотику, планировщик, построенный на базе бинарной кучи, является намного эффективнее для операции добавления. Более того, среднее время добавления элемента практически не зависит от размера кучи. В то же время операция выборки существенно быстрее выполняется на бинарном дереве поиска, то есть для реализации планировщика в системе реального времени следует предпочесть именно эту структуру данных.

**Таблица 1**  
**Результаты измерений**

Размер очереди	Среднее время добавления (нс)		Среднее время выборки (нс)	
	Куча	Дерево	Куча	Дерево
1000	59	83	102	24
100000	41	263	160	72
1000000	38	470	271	67
10000000	38	1068	512	84
100000000	42	1649	686	114

### *Библиографический список*

1. **Кормен, Т.** Алгоритмы: построение и анализ, 2-е издание. : Пер. с англ. / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К.Штайн. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2009. – 1296 с. – ISBN 978-5-8459-857-5.
2. **Вирт, Н.** Алгоритмы и структуры данных : пер. с англ. – 2-е изд., испр. / Н. Вирт. – СПб.: Невский Диалект, 2001. – 352 с. – ISBN 5-7940-0065-1.

УДК 004

ПЕТУХОВ А.Е., КУЛИГИНА Н.О.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОТОКОЛА MQTT В ИНТЕРНЕТЕ ВЕЩЕЙ (IOT)**

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Протокол MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) является одним из наиболее популярных протоколов для обмена сообщениями между устройствами в интернете вещей (IoT). Он был разработан для обеспечения надежной и эффективной передачи данных с минимальным использованием ресурсов сети. В данном тезисе мы рассмотрим основные особенности и преимущества протокола MQTT.

Протокол основан на модели издатель-подписчик и работает по принципу отправки сообщений от клиента (издатель) на сервер (брокер), который затем передает эти сообщения всем подписчикам, которые заинтересованы в этой информации. При этом одно устройство может быть как издателем, так и подписчиком, причем нет ограничения на количество подписок на разные темы в которых они заинтересованы.

Принцип работы MQTT заключается в использовании минимального количества трафика данных, чтобы отправить и получить сообщения. Клиенты могут подписываться на топики (темы), которые представляют интерес для них, и брокер будет рассылать все сообщения, связанные с этими топиками, всем подписчикам.

MQTT также поддерживает качество обслуживания (QoS), которое определяет уровень гарантии доставки сообщений:

1. QoS 0 (At most once): Сообщение доставляется только один раз, без подтверждения доставки. Если получатель не может принять сообщение, оно будет потеряно.

2. QoS 1 (At least once): Сообщение доставляется как минимум один раз, с подтверждением доставки. Если получатель не может принять сообщение, отправитель повторно отправит его до тех пор, пока не получит подтверждение.
3. QoS 2 (Exactly once): Сообщение доставляется ровно один раз, с подтверждением доставки и дублированием сообщения, если это необходимо. Если получатель не может принять сообщение, отправитель повторно отправит его до тех пор, пока не получит подтверждение. Получатель сохраняет сообщение и проверяет его на дублирование при следующей отправке.

Выбор уровня QoS зависит от требований приложения и ситуации. Например, если сообщения не являются критическими и потеря одного сообщения не приведет к серьезным последствиям, то можно использовать QoS 0. Если сообщения критически важны и потеря сообщения может привести к проблемам, то следует использовать QoS 2.

Протокол MQTT может использоваться для передачи данных между различными устройствами IoT, такими как датчики, контроллеры и другие устройства, которые могут обмениваться данными в режиме реального времени. Он также может использоваться для создания системы управления IoT, которая позволяет удаленно управлять устройствами и получать данные с них. MQTT используется в различных сферах, таких как автоматизация зданий, умный дом, медицинская техника, транспорт и многие другие.

УДК 004

ПИРОЖКОВ М.А., ВАДОВА Л.Ю.

## **РАСПОЗНАВАНИЕ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕОСИСТЕМАХ**

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им Р.Е.Алексеева

Разработка системы распознавания объектов в видеосистемах актуальна для многих компаний, планирующих улучшить свою безопасность, используя системы видеонаблюдения. Помимо базового отображения изображения современные видеосистемы так же могут фиксировать движение на конкретной камере или даже распознавать лицо человека. Так же, для обеспечения большей безопасности, большинство организаций полагаются на специально обученных сотрудников охраны для обеспечения постоянного видеонаблюдения.

Однако даже самый обученный специалист может начать ослаблять бдительность, в результате чего он постепенно будет пропускать различные подозрительные объекты, что в результате может привести к ужасным последствиям.

Для поддержания внимания пользователя используются системы для распознавания объектов, которые обрабатывают изображения и выделяют необходимые объекты.

Первые работы по обработке изображений и распознаванию объектов были опубликованы исследователями из США и Японии ещё в конце 70-х годов XX века, что значительно повысило интерес других стран к анализу видеоданных. С развитием технологий данная тема широко изучалась в области компьютерного зрения и привела к разработке различных алгоритмов и методов обнаружения, распознавания и отслеживания объектов в видео.

Цель работы заключается в исследовании существующих руководств по проектированию систем видеоаналитики, их применение и оценка при разработке приложения.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) исследование и анализ способов реализации системы;
- 2) идентификация объектов, которые должны быть распознаны;
- 3) сбор и систематизация данных для обучения и тестирования;



- 4) разработка и внедрение алгоритмов для распознавания объектов на видео;
- 5) оценка работы системы.

Разработка системы распознавания объектов в видео имеет большой потенциал для развития большого числа различных отраслей. Сейчас данная технология активно применяется в системах видеонаблюдения с целью значительного повышения уровня безопасности. Однако, несмотря на достигнутые успехи, необходимы дальнейшие исследования и разработки для повышения точности, скорости обработки и универсальности. С развитием цифровых технологий системы распознавания объектов станут более эффективными и надёжными, что сделает их полноценным инструментом для различных областей.

УДК 681.518.3

ПОНОМАРЕНКО С.В.

## **МОДЕЛЬ ВЫБОРА МОБИЛЬНОГО ГАДЖЕТА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основным объектом исследования являются мобильные гаджеты, относящиеся к разновидности вычислительных устройств, имеющих также специфические функции, обеспечивающие им характерные телекоммуникационные возможности. Мобильные устройства (гаджеты) – компактные компьютеры с сенсорным дисплеем или клавиатурой для ввода текста, стали сегодня неотъемлемой частью нашей жизни. Существует множество разнообразных моделей, отличающихся характеристиками и операционными системами. Потребители могут выбирать между разными типами устройств, в зависимости от своих потребностей и финансовых возможностей. Смартфоны предоставляют большую функциональность, а сотовые телефоны подходят для простых звонков. Каждый тип устройства также может быть предназначен для определенных задач, таких как чтение, фотографирование или работа с документами [1].

Модель конструктивного выбора математически определена множествами состояний объекта или системы выбора, характеризующих совокупностью параметров элементов системы, формирующих её структуру. Отношения между элементами объекта выбора представляются и описываются теоретико-множественными соответствиями, являющимися по своей математической природе алгебраическими структурами [2], [3].

Потребительские характеристики основных структурных составляющих устройства гаджетов наиболее чувствительны к следующим техническим параметрам: для экрана – размер по диагонали, разрешение экрана по вертикали и горизонтали; для процессора и операционной системы – объем оперативной памяти, тактовая частота процессора, объем встроенной памяти; для камеры – включает в себя разрешение матрицы и разрешение съемки по вертикали и горизонтали; для блока питания – емкость аккумулятора и время работы в режиме ожидания.

Математическая модель описывается векторами внешних параметров  $\Lambda$ , внутренних параметров  $P$  и выходных параметров  $Y$ , где управляемые переменные  $P$  и выходные характеристики  $Y$  определяют свойства системы, а внешние параметры  $\Lambda$  являются константами [2], [3].

Оценка вариантов альтернативной системы связана с определением коэффициента важности показателей,  $\lambda_i$ , преобразующих вектор весомости  $\Lambda$ . Это позволяет выбрать наиболее важные показатели и оценить решение с помощью взвешенной целевой функции. Для сопоставимости влияния каждого показателя на величину целевой функции используется нормирование и масштабирование параметров.

Предложенная модель выбора позволяет произвести сравнение и выбор мобильного гаджета, обладающего наилучшими свойствами в соответствии с определёнными целевыми установками. Разработанная процедура выбора модели выбора может применяться при формировании аналогичных моделей, независимо от природы, свойств и характеристик объектов сравнения [3].

### ***Библиографический список***

1. Саати, Т. Л. Об измерении неосязаемого. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений. Системный анализ. / Т.Л. Саати // CloudofScience. № 1. Т. 2. 2014. С. 5-37.
2. Саати, Т. Л. Относительное измерение и его обобщение в принятии решений. Почему парные сравнения являются ключевыми в математике для измерения неосязаемых факторов. Системный анализ. / Т.Л. Саати // CloudofScience. № 2. Т. 3. 2016. С.171-262.
3. Баранов, В.Г. Методы проектирования информационно-управляющих и телекоммуникационных систем: монография. / Баранов В.Г., Милов В.Р. ... Хранилов В.П., Ширяев М.В. и др. – М.: Изд-во «Радиотехника», 2016.– 216 с.

УДК 004.8

СИДЕЛЬНИКОВ А.В., НАЖИМОВА Н.А.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСА ЗАЩИТЫ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ОТ МОШЕННИЧЕСТВА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Концепция создание искусственного интеллекта является давней целью и мечтой ученых, но лишь с прогрессом IT-технологий открылись новые горизонты в этой области. Однако, использование нейронных сетей все еще ограничено тем, что они не имеют полного «понимания» мира. Нейронные сети лишь обрабатывают данные, полученные из множества источников, по определенным правилам, заданным на этапе обучения.

Нейронные сети уже стали неотъемлемой частью нашей повседневной жизни и используются в различных областях, от медицины до сложных производств. Одно из самых популярных направлений использования – это распознавание объектов на картинках. Нейронные сети лучше, чем люди, могут точно определить, что находится на изображении. Но что будет если кто-то захочет как-то изменить восприятие нейронной сети и заставить ее думать неправильно? А если это будет сделано в целях мошенничества?

Поэтому вопрос безопасности нейронных сетей остается открытым и является критически важным. И становится все более актуальным в свете использования нейронных сетей в области информационной безопасности, например, при сканировании на наличие опасных предметов или, когда нейронные сети используются для обработки конфиденциальных данных, таких как личная информация, финансовые данные, и так далее.

Одним из наиболее серьезных видов атак на нейронные сети является атака с помощью подмены данных. Это может быть выполнено путем передачи искаженной информации в качестве входных данных. Например, фальшивое изображение может быть передано нейронной сети, которая затем будет работать с этой информацией, как будто это настоящее изображение. Это может привести к неправильным выводам и даже опасным ошибкам в сферах, где нейронные сети используются для принятия важных решений.

В свете этих рисков защита нейронных сетей является критически важной задачей. Существует несколько подходов к защите нейронных сетей, включая добавление шума во

входные данные, использование дополнительных слоев безопасности, проверку на подлинность и целостность входных данных, и т.д.

Одним из методов защиты нейронных сетей от атак является использование адверсариального обучения. Суть данного метода, заключается в создании адверсариальных примеров - небольших изменений во входных данных, которые приводят к неправильному ответу нейронной сети. Добавление этих адверсариальных примеров во время обучения может помочь улучшить устойчивость нейронной сети к атакам.

Также важным является уделение внимания безопасности и в самой архитектуре нейронных сетей. В целом, защита нейронных сетей — это важная задача, которая требует дальнейших исследований и разработок.

УДК 004.4

СЛАБУНОВ И.Н., ВИКУЛОВА Е.Н.

## **ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТОПОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА АНАЛИЗА НАДЕЖНОСТИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для анализа надежности систем существует очень много интересных методов и алгоритмов, но в рамках небольшого по времени учебного курса преподавателю обычно удается сделать лишь краткий обзор их возможностей и особенностей. Поэтому, важность наличия специализированных программных средств для обучающихся сложно переоценить: студенты получают в распоряжение инструменты, которые позволяют и визуализировать теоретический материал, и приобретать практические навыки использования конкретных алгоритмов, и проводить исследование надежности систем.

Топологический метод позволяет определять показатели надежности по графу состояний без составления и решения систем дифференциальных уравнений [1]. Для построения графа, в свою очередь, необходимы структурная схема системы с заданными показателями надежности элементов и характеристики процессов восстановления. По графу состояний определяются степени и коэффициенты полиномов в выражениях для вероятностей состояний системы в преобразованиях Лапласа.

Целью работы была разработка программного средства, облегчающего освоение студентами топологического метода. Программа определяет стационарные показатели надежности восстанавливаемых технических систем (коэффициент готовности, средняя наработка на отказ, среднее время восстановления) на основе структурной схемы и графа состояний.

Основным набором инструментов является библиотека PyQt5 [2], хранящий в себе множество модулей для разработки оконных приложения с использованием языка Python. PyQtGraph в рамках тех же Qt библиотек позволял удобно работать с графиками. XlsxWriter в свою очередь легко справился с Excel файлами. Также сильно упрощал работу графический редактор Qt Designer. С помощью него создавались прототипы, которые потом конвертировались в файл на языке Python.

В программе реализовано: предоставление справочной информации о топологическом методе, выбор структурной схемы с демонстрацией соответствующего графа состояний, система подсказок, способствующая пониманию процесса преобразования структурной схемы в граф, ввод показателей надежности элементов с контролем корректности вводимых данных, их подсчетом и дальнейшим выводом, сохранением результатов в числовой, а также графической форме.

Особенностью разработанного приложения является реализация двух способов определения стационарных вероятностей состояний: «классический» комбинаторный, с нахождени-

ем произведений суммарных интенсивностей выходов с последующим удалением контуров, и способ, связанный с определением кратчайших путей на графе типа дерево.

### ***Библиографический список***

1. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 704 с.
2. Qt Modules – Qt for Python [Электронный ресурс] // Qt: Cross-platform software development for embedded & desktop. URL: <https://doc.qt.io/qtforpython-5/modules.html>

УДК 004.4'416

СОБОЛЕВ А.А.

## **МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ КОДОВ ВИДЕОИГР**

Университет Иннополис

Разработка видеоигр отличается от разработки других программ и требует гораздо большего количества различных оптимизаций [1]. Цель данной статьи - классифицировать методы оптимизации видеоигр, осуществив библиографический анализ англоязычных публикаций, индексированных в БД «Google Scholar». Методы, описанные исследователями, можно разделить на следующие категории. *А) Оптимизация на C++.* Он является одним самых популярных языков программирования для создания игр из-за высокой производительности и возможностям объектно-ориентированного программирования. Однако большое количество классов, сложная система наследования и взаимодействия могут негативно сказаться на производительности. Р.А. Эринфолами и А. Пракаш в своей работе [2] представляют прототип деклассификатора, способного оптимизировать вышеуказанные структуры данных с помощью платформы бинарного анализа. Для качественной оптимизации необходимо быстро идентифицировать части кода, которые потребляют больше всего времени и памяти. Е. Степанов и К. Серебряный в своей статье [3] описали валидатор для неиспользуемой инициализированной памяти. Инструменты, аналогичные по функциональности, доступны в некоторых основных компиляторах. *В) Оптимизация 3d-рендеринга.* Современные проекты демонстрируют все более высокий уровень графики, для чего требуется мощная видеокарта, которой не имеют значительное количество игроков. Чтобы обеспечить продажи и комфортный игровой опыт, разработчикам необходимо уделять внимание оптимизации 3D-рендеринга. Эта проблема особенно остро стоит при разработке 3D видеоигр для мобильных платформ. Методы оптимизации для них описаны, в частности, в статье Т. Марека и О. Крейкара[4]. *С) Оптимизация машинного обучения.* Искусственный интеллект не всегда можно применять для создания поведения NPC из-за слишком большой свободы действий и непредсказуемости, что мешает повествованию, но он активно используется для создания локаций, текстур, звуков, поведения противников. Оптимизация машинного обучения не улучшает производительность проекта, но сокращает время производства. Примеры этих методов приводят в своих статьях М. Ядерберг [5] и А. Коттер, Х. Цзян, К. Шридхаран [6]. *Д)Дата-ориентированный дизайн.* Благодаря своей универсальности объектно-ориентированное программирование популярно в индустрии видеоигр. Однако скорость обмена информацией между процессором и оперативной памятью может быть причиной низкой производительности для систем с компонентами, выпущенными несколько лет назад. Исследователи (например, С. Карвальо [7]), полагают, что использование программирования, ориентированного на данные, имеет смысл для ресурсоемких видеоигр. *Е) Игровой движок и другая оптимизация.* Игровой движок является фундаментальным элементом при создании видеоигр. Производительность проекта напрямую зависит от его оптимизации. Особый ин-

терес для игр, использующих виртуальную реальность, представляют методы оптимизации скорости кодирования видео. Один из них был описан исследователями Ю.Чжоу и др. [8]. К.Федосеев с соавторами [9] показали потенциальный прирост производительности от изменения парадигм проектирования на примере одного проекта, реализованного объектно-ориентированным и ориентированным на данные способом. Более ориентированный на данные подход к созданию программ описан в магистерской диссертации В.Фарьяби [10]. Недостаточно статей об оптимизированной загрузке больших объемов данных и динамического изменения модели для объектов, находящихся на разных расстояниях от камеры, из-за отсутствия доступа к информации о ходе разработки проекта: о проблемах с производительностью, возникших во время разработки и отладки игры, попытках их решения. Поэтому данную работу следует рассматривать как авторский «задел» для будущих исследований.

### **Библиографический список**

1. L.Pascarella, F.Palomba, M.Di Penta, A.Bacchelli (2018). How Is Video Game Development Different from Software Development in Open Source? In: Proceedings of the 15th International Conference on Mining Software Repositories, MSR. ACM, New York, NY (pp. 392-402) <https://doi.org/10.1145/3196398.3196418>
2. R.A. Erinfolami, A. Prakash (2019). DeClassifier: Class-Inheritance Inference Engine for Optimized C++ Binaries. In: ACM Asia Conference on Computer and Communications Security (AsiaCCS '19), July 9–12, 2019, Auckland, New Zealand. ACM, New York, NY, USA, vol. 12, pp. 28–40. <https://doi.org/10.1145/3321705.3329833>
3. E. Stepanov, K. Serebryany (2015). Memory sanitizer: fast detector of uninitialized memory use in C++. In: IEEE/ACM International Symposium on Code Generation and Optimization (CGO). – IEEE, vol. 9, pp. 46–55. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7054186/>
4. T. Marek, O. Krejcar (2015). Optimization of 3d rendering in mobile devices. In: 12th International Conference, MobiWis 2015 Rome, Italy, August 24–26, 2015 Proceedings, vol. 12, pp. 37–49. DOI: 10.1007/978-3-319-23144-0\_4
5. M. Jaderberg, et al (2019). Human-level performance in 3d multiplayer games with population-based reinforcement learning. In: Science. vol. 364, no. 6443, pp. 859-865. DOI: 10.1126/science.aau6249
6. A.Cotter, H.Jiang, K. Sridharan (2019). Two-player games for efficient non-convex constrained optimization. In: 30th International Conference on Algorithmic Learning Theory. PMLR, vol. 98, pp. 1-33. URL: <http://proceedings.mlr.press/v98/cotter19a.html?ref=https://githubhelp.com>

УДК: 519.854.2

ХАНДУРИН Д.К., ОВЧИНИН А.А., ФЕДОСЕНКО Ю.С.

### **ОБОБЩЕННАЯ ЗАДАЧА О $k$ -НАЗНАЧЕНИЯХ С МИНИМАКСНЫМ КРИТЕРИЕМ**

Волжский государственный университет водного транспорта

При создании цифровых систем поддержки оперативного управления и планирования воднотранспортных процессов часто возникает необходимость исследовать реально возникающие производственные ситуации с позиций теоретических концепций задачи о назначениях и разрабатывать всевозможные модификации.

Одна из таких новых модификаций и подходы к реализации алгоритмов её решения рассматривается в данном докладе.

Обобщенной задачей о  $k$ -назначениях будем называть такую задачу о назначениях, в которой задано: множество обслуживающих процессоров  $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$  и множество объ-

ектов  $R = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$ , а также определена матрица  $A = \{a_{ij}\}$  размерности  $n \times m$ , где  $a_{ij}$  – численная оценка обслуживания процессором  $i$  объекта  $r_j$ .

Для общего случая считается, что число процессоров  $n$  не равно числу обслуживаемых объектов  $m$ , и число  $k$  – ближайшее целое к числу  $q = m/n$  такое, что  $k \geq q$ .

Выделяются два следующих основных подслучая:  $q < 1$  и  $q > 1$ .

1) При  $q < 1 \Rightarrow m < n$ , задача сводится к стандартной задаче о назначениях с минимаксным критерием. Для этого достаточно добавить  $s = n - m$  фиктивных объектов таких, что время необходимое, для обслуживания каждого из фиктивных объектов любым из процессоров будет равно нулю.

Составленная таким образом и решенная стандартная задача о назначениях с минимаксным критерием позволит назначить  $m$  процессоров на  $m$  объектов, а  $s$  процессоров, назначенных на фиктивные объекты, останутся незадействованными.

2) При  $q > 1 \Rightarrow m > n$  возникает необходимость назначить процессоры на обслуживание нескольких объектов. В этом случае время, затраченное на обслуживание всех объектов, будет определяться максимальным из сумм времен, затраченных на последовательное обслуживание назначенных объектов для каждого из процессоров.

Рассматриваются два возможных подхода к синтезу субоптимальных решений данной задачи:

- реализация метаэвристических алгоритмов, основанных на подходах к решению стандартной минимаксной задаче о назначениях;
- сведение к частной задаче о  $k$ -назначениях.

При реализации, как первого, так и второго подхода полагается, что если  $q < k$ , то необходимо добавить фиктивные объекты в количестве  $s = k \cdot n - m$ .

Для сведения обобщенной задачи о  $k$ -назначениях к стандартной минимаксной задаче о назначениях необходимо получать квадратную матрицу оценок. При этом возможна реализация двух возможных вариантов.

Вариант 1. Ввести в рассмотрение фиктивные процессоры. Для этого в матрицу оценок  $A = \{a_{ij}\}$  необходимо в конец добавить  $t = n \cdot (k - 1)$  нулевых строк.

Вариант 2. Добавить «клонов» процессоров. Для этого в исходную матрицу численных оценок  $A = \{a_{ij}\}$  необходимо добавить строки  $i = n + 1, n + 2, \dots, m$ , где элементы строк с номерами  $n + 1, 2n + 1, \dots, n \cdot (k - 1) + 1$  равны элементам 1-й строки,  $(n + 2)$ -строки,  $(2n + 2)$ -строки,  $\dots, n \cdot (k - 1) + 2$  – и так далее.

Очевидно, что при сведении задачи о  $k$ -назначениях к обобщенной задаче необходимо разбить множество работ  $R$  на  $k$  подмножеств  $P^1, P^2, \dots, P^k$ .

При проведении вычислительных экспериментов разбиение осуществлялось псевдо-случайным образом.

УДК 004.031.43

ШАПКИНА И.Э., КОМАРОВА А.А., МАРТЫНОВ Д.С.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧИ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Система поддержки принятия решения (СППР) (англ. Decision Support System) – это класс информационных систем (ИС), которые выполняют задачи когнитивной обработки данных состояния объекта или системы, тем самым, обеспечивая обоснованное принятие правильного решения человеком – лицом, принимающим решение (ЛПР) [1]. Данный класс ИС позволяет успешно решать задач, связанных с обработкой больших объемов данных, либо, наоборот, в условиях неполноты данных. СППР возникли в результате объединения ав-

томатизированных систем управления (АСУ) и систем управления базами данных (БД). Наиболее близким к СППР является класс экспертных систем (ЭС).

Для анализа и выработки рекомендации для ЛПР в СППР используются разные методы. Это могут быть: информационный поиск, когнитивный анализ данных, поиск знаний в базах знаний, рассуждения на основе прецедентов, имитационное моделирование, генетические алгоритмы, нейронные сети и другие методы. В зависимости от области использования, выделяют специализированные СППР, например системы поддержки принятия врачебного решения (СППВР). Широкое распространение получили специализированные СППР, ориентированные на решение задач в области управления бизнес-процессами и управлении производством.

Решение задач доставки грузов в труднодоступных местах требует разработки специальных СППР, позволяющих решать задачи:

- изучения потребности клиентов в номенклатуре и объемах доставляемых грузов;
- планирования объемов грузов и сроков их доставки;
- оптимального, с точки зрения стоимости поставки, выбора транспортных средств для организации доставки грузов на разных участках маршрута;
- мониторинга состояния транспортной сети
- организации грузоперевалочных пунктов для смены способа транспортировки грузов;
- оперативного отслеживания движения грузов и транспортных средств, задействованных в процессе доставки;
- поддержки процесса управления движением подвижными средствами в условиях сложной дорожной обстановки;
- оперативного реагирования на внештатные ситуации, связанные с поломкой, авариями, заболеваниями и травмами сотрудников;
- поддержки целостности используемых данных и реагирование на возможные информационные атаки.

Каждая из представленных задач требует разработки отдельного информационного агента [2, 3]. Предлагается разработка СППР для решения задачи доставки грузов на основании много агентного подхода. Использование методов обеспечения интероперабельности должно обеспечить процесс интеграции компонент отдельных агентов в единую ИС специализированной СППР.

#### ***Библиографический список***

1. Ларичев, О.И. Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы развития / О.И. Ларичев, А.Б. Петровский // Итоги науки и техники. Сер. Техническая кибернетика. – Т.21. М.: ВИНИТ, 1987, С. 131-164.
2. Морозова, Ю.А. Мультиагентные системы в логистике: анализ опыта и перспективы. // Логистика и управление цепями поставок. Апрель 2015, №2(67).

УДК 004.056.5

ШИРЯЕВ А.И., НАЖИМОВ А.В.

### **ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В ЛОГИСТИКЕ ТОВАРОВ**

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского  
Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им Р.Е.Алексеева

Для препятствования распространению фальсифицированной продукции в России была разработана система маркировки, которую к 2024 году планируют распространить на все группы товаров [1,2]. Однако это не единственный вариант реализации подобной системы. Система маркировки также может быть основана на технологии блокчейн.

**Преимущества системы:** препятствие фальсификации, препятствие сокрытия доходов, возможность потребительского контроля через сканирование штрихкода в мобильном приложении.

**Недостатки системы:** увеличение стоимости, отсутствие контроля качества товаров, монополия оператора системы, технические проблемы на стороне «Честного знака» могут привести к задержке движения товаров, ошибкам при продаже их конечному потребителю.

Альтернативой существующей системе цифровой маркировки и прослеживания товаров может являться технология блокчейн.

**Блокчейн – база данных в виде** последовательной цепочки блоков, состоящих из информации, преобразованной хэш-функцией - алгоритмом кодирования.

Формирование сети в бизнес-процессах возможно осуществлять с помощью смарт-контрактов, цифровых протоколов, которые записывают транзакцию в блокчейн-сеть [3].

Цепочка блоков может представлять собой жизненный цикл товара: первый маркируемый материал является генезис-блоком, затем при каждой сделке с помощью смарт-контракта [4] формируется новый блок цепи, добавляющий новую информацию о товаре, сеть закрывается в момент продажи товара конечному потребителю. Государственные органы ведут контроль за верностью составления смарт-контрактов.

**Преимущества:** полнота информации о товарах, независимость от третьих лиц, выдающих штрих-коды, прозрачность на любом этапе цикла товара, надёжность от внешнего вмешательства.

**Минусы:** технологическая сложность, сложность регулирования, невозможность изменения сети.

Если учесть особенности двух вышеописанных моделей маркировки, то более предпочтительной для предприятия окажется модель, основанная на технологии блокчейн, она: надёжнее, полнее, прозрачнее и независимее. Однако, проигрывает в степени регулирования и в сложности исполнения. Общие недостатки обоих вариантов исполнения систем цифровой маркировки и прослеживания товаров – задержки из-за технических ошибок во время транзакций.

### *Библиографический список*

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 03.04.2019 № 620-р
2. Обязательная маркировка товаров 2022 - 2023 - официальный сайт Честный ЗНАК | Регистрация в национальной системе Честный ЗНАК: [Электронный ресурс]. URL: <https://xn--80ajghhoc2aj1c8b.xn--p1ai/> (Дата обращения: 03.04.2023)
3. Satoshi Nakamoto. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. — 2008. — 9 с.
4. Акт Р. Что такое Смарт-контракт. или Ethereum за час. — Ridero, 2017. — С. 19. — ISBN 978-5-4485-2907-8.

УДК 004.8;001

ШИШКИН А.М., НАЖИМОВА Н.А.

## **КАК ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ЗАСТАВЛЯЕТ ЧЕЛОВЕКА ВЕРИТЬ ВСЕМУ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Компьютер может сочинить композицию, может создать картину или общаться как человек? Недавно мы могли только мечтать о таком или видеть в фильмах, и никто даже не представлял, что все это станет явью. Сейчас, в эйфории от новых технологий, большинство людей в создание своих работ используют искусственный интеллект, будь то научная статья, доклад или диссертация.



Рассмотрим точность и надежность информации, предоставляемой технологиями на базе больших языковых моделей. В моей работе я буду использовать искусственный интеллект от OpenAI “ChatGPT” 3.5, обученный на данных до 2021 года. Зададим ему вопрос: “Можешь по порядку написать, какие воинские звания были у Юрия Гагарина с датами и заслугами?” ChatGPT дает такой ответ:

“Конечно! Юрий Гагарин имел следующие военные звания с датами: -Младший лейтенант (1957 год); -Лейтенант (1959 год); -Старший лейтенант (1960 год); Капитан (1961 год); -Майор (1963 год). Заслуги Юрия Гагарина включают в себя первый полет в космос на корабле "Восток-1" в 1961 году, за который он был удостоен звания Героя Советского Союза и медали "Золотая Звезда", а также множество других наград и заслуженных званий.”

Вроде ChatGPT все правильно написал даты верные, говорит о том самом Ю. Гагарине и, казалось бы, можно положиться на эти данные, но, пока мы не проверили информацию в достоверных источниках, проведем эксперимент и зададим тот же самый запрос, на что ChatGPT выдает уже другую информацию, а именно:

“Извините, но я уже предоставил Вам информацию о званиях Юрия Гагарина в предыдущем ответе. Военные звания Юрия Гагарина были следующими: -Лейтенант (1957 г.); -Старший лейтенант (1959 г.); -Капитан (1960 г.); -Майор (1962 г.); -Подполковник (1967 г.). Его заслуги включают в себя первый полет человека в космос на корабле "Восток-1" в 1961 году, участие в обучении и подготовке космонавтов, а также работу в Воздушно-космических силах СССР.”

Получается, что теперь Ю. Гагарин никогда не был младшим лейтенантом, но зато стал подполковником. А что будет если написать, что НС ошиблась: “Извини, но ты ошиблась, Юрий Гагарин никогда не был капитаном”. ChatGPT отвечает: “Извините за путаницу в моем предыдущем ответе. Действительно, Юрий Гагарин никогда не был капитаном. Его военное звание до поездки в космос было младший лейтенант, а после этого он был повышен до старшего лейтенанта. Он также был награжден званием Героя Советского Союза и множеством других орденов и медалей за свои заслуги в космической программе. Приношу извинения за неверную информацию.” ChatGPT сразу же соглашается с неправильным запросом и снова меняет свой ответ.

Но если обратиться к достоверным источникам на официальных сайтах. Воинское звание Ю. Гагарина: Курсант (ноябрь 1955). Курсант-сержант (22.02.1956). Лейтенант (05.11.1957). Старший лейтенант (06.11.1959). Майор (12.04.1961) - досрочно внеочередное. Подполковник (12.07.1962). Полковник (06.11.1963).

Изучение и использование ИИ является важным шагом в развитии науки и технологии. Однако следует понимать, что искусственный интеллект не является источником 100% точной информации, он может “выдумывать” и “фантазировать”, поэтому лучше всего использовать его в качестве инструмента, а не единственного источника информации.

УДК 004.457

БОЖКА М.Е., ГРЕЕВ А.Д.

### ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПОДХОДОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ VOIP-ТЕЛЕФОНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последние десятилетия активно внедряется технология Voip, которая совершила революцию в мире связи, позволяя передавать голос через интернет-протоколы и совершать звонки не только на устройства, подключенные к сети, но и на обычные стационарные и мобильные телефоны.

Однако такой вид связи имеет уязвимые места. Так, например, с виртуальной IP-телефонией мошенникам нужно найти определенную сеть, пройти через алгоритмы конфиденциальности, аутентификации, шифрования и т.д.

В рамках работы решается актуальная задача обеспечения защиты и безопасности передачи данных в Voip.

Для обеспечения безопасности используют SIP-сервер, на который устанавливается дополнительная настройка паролей и ограничения трафика. Благодаря этим мероприятиям доступ к устройству усложняется, а ограничения трафика позволяют отвечать на звонки только с IP-адреса, которому доверяем. Также, можно использовать – Session Border Controller, который позволяет управлять вызовами и сеансами связи в реальном времени. Session Border Controller защищает и контролирует SIP-телефонию, разрешая или запрещая обмен данными между несколькими устройствами.

Ограничить и контролировать доступ к IP-телефонии поможет брандмауэр, который предотвращает внешние угрозы со стороны потенциальных злоумышленников, запрещая несанкционированные подключения к маршрутизаторам.

Классические брандмауэры полностью не защищают от атак, так как они работают на транспортном уровне и не могут анализировать внутреннюю часть пакета, поэтому необходимо использовать NGFW (Next Generation Firewall). Который производит фильтрацию на уровне протоколов приложений и их функций, заглядывая вглубь транзакций и останавливая активность вредоносного ПО.

Когда выполняется разговор, пакеты перемещаются от клиента к серверу используя протокол RTP. Устройством захвата пакет могут перехватить, вследствие чего разговор будет прослушан. Протокол SRTP защищает пакеты передачи от перехвата, обеспечивая шифрование полезной нагрузки RTP, защита от повторного воспроизведения пакетов и аутентификацию всего пакета.



SRTP шифрует передаваемую информацию, обеспечивая аутентификацию, проверку целостности, защищает от плейбек-атак (перехват и подмена ключа). Шифрование информации выполняется методом AES, положительно влияя на криптозащиту и скорость работы.

Таким образом, защита Voip требует комплексного подхода к защите оборудования.

УДК 004.031.42

ВАНЮКОВ А.И., ВАСЯГИН М.А., ЖУКОВ А.В., ВОРОБЬЁВ Д.С.

## **О ВОЗМОЖНОМ ПОДХОДЕ К РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время люди сталкиваются с проблемой сложности совмещения работы или учебы и получения новых знаний, либо повышения имеющихся компетенций. Основными причинами этого являются: большая загруженность человека на основном занятии, большие временные затраты на перемещение между местами его деятельности, а также сложности в поисках курсов с грамотными преподавателями и качественной программой обучения, гарантирующими результат при должном усердии в связи с перенасыщением рынка обучающих платформ предложениями сомнительного качества.

Для решения задачи упрощения поиска и выбора нужных человеку обучающих программ мы выбрали оптимальное решение: расширяемая многофункциональная WEB-платформа, предоставляющая возможности преподавания в различных сферах с доступными инструментами.

Платформа может быть спроектирована с учётом дальнейшего развития и роста при использовании микросервисной архитектуры. Такой подход обеспечивает простоту поддержки старых модулей и интеграции новых. На платформе также предполагается реализовать расширенную систему оценки курсов с временными метками на видео (в т.ч. для записей вебинаров). Также предполагается использовать асинхронные алгоритмы и новейшие инструменты проектирования и разработки клиент-серверных приложений для улучшения пользовательского опыта и уменьшения трудозатрат команды стартапа.

Обучение делится на две части: теоретическую и практическую. В теоретической, представленной в виде лекционного материала и/или живой встречи с преподавателем на основе встроенного функционала, обучающиеся будут получать основные знания об интересующей их теме. Для закрепления материала на платформе представлена группа заданий различного формата: от тестов до развернутых многоступенчатых задач и групповых проектов с активным взаимодействием.

Таким образом, главными преимуществами использования нашей платформы являются её адаптивность и масштабируемость, а также простота использования и направленность на оптимизацию выбора и прохождения курсов с модерацией и контролем качества обучения от сертифицированных специалистов; решение использует интуитивно понятные способы взаимодействия с ПО, что позволяет использовать его лицам любой возрастной группы.

Есть возможность кастомизировать наполнение курсов для разгрузки обучающихся от большого объема материала, периодическое повышение компетенций самих преподавателей, равномерная нагрузка как на обучающихся, так и на преподавателей. В решении предусмотрено наличие личного кабинета пользователя, в котором он всегда имеет доступ к информации о пройденном и предстоящем материале, личной информации ученика, а также общедоступной информации о преподавателях, их компетенциях и контактах.

Решение выгодно для детей, взрослых и компаний как с точки зрения долгосрочных вложений в знания, так и уменьшения побочных затрат. Рассмотрим успешные примеры введения подобных решений: в 2020 году рынок дистанционных курсов вырос на 130% в связи с

коронавирусом, а в 2021 еще на 70% по сравнению с 2020 [1]. Можно сделать вывод, что это привело к общему росту заинтересованности в онлайн-обучении. Таким образом, внедрение подобного решения является выгодным как для пользователей, так и для инвесторов. Поддержка работоспособности платформы может осуществляться небольшой командой, а функционирование курсов является зависит только от взаимодействия преподавателя и обучающихся.

---

Алисия Эмерсон. Статистика онлайн-обучения за 2022 год, 2022. URL: <https://www.bloggersideas.com/ru/online-learning-statistics/> (дата обращения: 23.04.2023).

УДК 004.3

ГОЛОВАНОВ А.В., ГОЛОВАНОВ В.И.

### **КРИЗИСНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ НА РЫНКЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПО В СФЕРЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В работе решается задача проектирования новых производств в условиях смены информационно технологических платформ. Проблема усугубляется уходом с рынка Российской Федерации зарубежного программного обеспечения. Это приводит к трудностям функционирования проектных компаний на фоне острой нехватки востребованного программного обеспечения в новых проектных средах.

Данную задачу можно описать как процесс замены зарубежного программного обеспечения, соответствующего современным функциональным требованиям для данного программного обеспечения и оперативного обучения специалистов и проектантов [1]. Необходимо учитывать обратную совместимость, идентичность функционала, легкость в освоении и работе, а также территориальное расположение разработчиков программного обеспечения.

При анализе замещающих проектных платформ были изучены возможности программного обеспечения пяти ведущих российских компаний [2], проектировщиков-создателей программного обеспечения для проектирования и управления производством. В результате проведенного анализа было выявлено, что лидером в данных разработках является компания ИНДАСОФТ, которая разрабатывает и внедряет на российских промышленных предприятиях собственную санкционно-устойчивую цифровую информационную платформу I-DS. Данная платформа содержит в своём контуре необходимое и достаточное количество производственных подсистем, позволяющих повысить эффективность управления, обеспечить надежность и безопасность передачи данных в производственной среде. Платформа имеет следующие достоинства: невероятная масштабируемость, гибкость, простота в использовании и обучении, состоит из следующих системных, базовых и прикладных сервисов: управление моделями, управление потоковыми вычислениями, управление базой данных временных рядов, управление рабочими процессами, группой сервисов управления производством, согласования данных, управления энергоресурсами, контролем качества, календарным планированием и предиктивной аналитикой. Платформа I-DS успешно применяется в таких сферах, как нефтегазовая, металлургическая, химическая и другие отрасли промышленности.

Данные платформы проектирования производства, по функциональности приближены к лучшим зарубежным аналогам. Существует возможность бесшовной замены зарубежного программного обеспечения на вышеуказанное отечественное программное обеспечение. Темпы роста новой функциональности продуктов внушают уверенность в его дальнейшем развитии и широком распространении в производственной сфере Российской Федерации и дружественных стран.

## **Библиографический список**

1. Курочкин А.А., Шабурова Г.В., Гордеев А.С. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств, 2023. URL: <https://urait.ru/book/oborudovanie-i-avtomatizaciya-pererabatyvayuschih-proizvodstv-518095>
2. Реестр программного обеспечения [Электронный ресурс], URL: <https://eac-reestr.digital.gov.ru/reestr/>

УДК 004.932.721

ГОРДЕЕВ М.М.

### **ГРАФОВАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КЛАСТЕРИЗАЦИИ**

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексева

Графовые нейронные сети — это класс нейронных сетей, которые используются для анализа и обработки данных, представленных в виде графов. Эти сети базируются на основе математических моделей, которые позволяют описать и анализировать свойства графовых структур, таких как циклы, расстояния между узлами и т.д. В настоящее время графовые нейронные сети применяются в рекомендательных системах для обработки данных, представленных в виде графа. Такие системы могут использовать информацию о связях между объектами (продукт, жанр, и т.д.) для определения сходства и рекомендации новых объектов. Для этого существуют различные алгоритмы, такие как GCN (графовые сверточные сети) или GAT (графовые сети с механизмом внимания), которые позволяют выявлять скрытые особенности графа и использовать их для рекомендации. Например, в рекомендательной системе для фильмов, граф может представлять связи между пользователями и фильмами, оценками, жанрами, режиссерами. Помимо этого, графовые нейронные сети активно используются для решения задач классификации, кластеризации, сегментации, а также во многих других областях, таких как биоинформатика, социальные сети, финансы и транспорт.

Цель данного исследования заключается в разработке приложения на основе графовой нейронной сети для выполнения кластеризации данных, то есть группировки объектов по их сходству и различию на основе информации о связях между ними. Для решения задачи кластеризации графовая нейронная сеть задействует алгоритм, который включает в себя два основных этапа:

- извлечение признаков объектов из графа,
- применение метода кластеризации к полученным признакам.

Сначала графовая нейронная сеть использует сверточные слои или механизмы внимания для агрегации информации соседних вершин графа и получения признаков каждой вершины. Данные признаки выражаются в виде векторов, которые содержат информацию о связях каждой текущей вершины с другими соседними вершинами графа. На втором шаге полученные признаки можно использовать для применения метода кластеризации, который позволяет определить сходство между объектами и разбить их на группы. Так, кластеризация производится по сходству векторов признаков.

Для того, чтобы решить задачу кластеризации выполняется, модификация алгоритма GraphSAGE, который представляет собой глубокую сверточную нейронную сеть, способную извлекать признаки вершин из графов.

В проектируемой системе каждая вершина в графе представляется в виде вектора с использованием информации о её соседних вершинах. Для этого вычисляются признаки каждой вершины на основе наблюдаемых свойств, таких как численные или бинарные атрибуты. Затем, используя свертку на графах, каждая вершина обновляет свои собственные признаки в соответствии с признаками её соседей. После некоторого числа таких обновлений,

каждая вершина получает такие признаки, которые содержат информацию о её соседях на заданном расстоянии. Для кластеризации полученных признаков каждой вершины графа применяется алгоритм *k-means*, который позволяет разбить вершины на заданное число кластеров, объединяя объекты в группы на основе их сходства. Результаты кластеризации могут использоваться для разделения вершин графа на группы.

Таким образом, создаваемая система состоит из усовершенствованного алгоритма GraphSAGE, который позволяет получать атрибуты вершин графа для проведения кластеризации при помощи классического алгоритма *k-means*.

УДК 004.932.721

ГОРДЕЕВ М.М., ТИМОФЕЕВА О.П.

## **РЕКОМЕНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ ГРАФОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексева

В последние годы было продемонстрировано, что графовые нейронные сети (GNN) широко используются для решения задач комбинаторной оптимизации, прогнозирования свойств частиц и молекул, но еще больший потенциал они представляют для выполнения социальных рекомендаций, где происходит моделирование взаимодействия пользователей с товарами на различных онлайн платформах. Такие рекомендательные системы обычно разрабатываются на основе того, что люди делятся информацией о приобретенных товарах через свое окружение: одноклассники, друзья, коллеги. Лежащие в основе социальные отношения пользователей играют важную роль для фильтрации данных и повышения эффективности рекомендаций. Основная идея графовых нейронных сетей заключается в итеративной агрегации информации об имеющихся объектах из локальных окрестностей графа.

Цель данного исследования заключается в разработке системы социальных рекомендаций на основе графовых нейронных сетей. Существует несколько различных способов решения данной задачи, однако многие из них не учитывают того, что нужно выполнять агрегацию социальных взаимоотношений пользователей, одновременно учитывая их индивидуальные мнения о тех или иных товарах, а не рассматривать каждую графовую структуру (пользователь-пользователь и пользователь-товар) отдельно. Для реализации подобного приложения необходимо решить следующие задачи:

- создать и обучить графовую нейронную сеть, способную когерентно моделировать графовые представления данных в системе социальных рекомендаций;
- ввести метод математического учета разнородных сильных сторон социальных отношений;
- протестировать обученную модель нейронной сети на существующих реальных наборах данных.

Архитектура предлагаемой модели сети состоит из трех основных компонентов: моделирование пользователей, моделирование товаров и прогнозирование рейтинга.

Моделирование пользователей заключается в изучении их скрытых факторов. Поскольку данные в рекомендательных системах содержат два графа – граф социальных отношений и граф пользователь-товар, то есть возможность изучить представления пользователей с разных точек зрения. Для обработки этого вводятся два метода агрегирования. Один из них – агрегация предметов через взаимодействие между пользователями и товарами в пространстве предметов. Другой – социальная агрегация, учитывающая отношения между пользователями в графе социальных отношений, который помогает смоделировать социальное пространство. Чтобы получить и изучить скрытые факторы пользователей необходимо объединить информацию из обоих пространств.

Второй компонент проектируемой системы – моделирование предметов, которое заключается в изучении скрытых факторов товаров. Для это вводится агрегирование мнений пользователей при моделировании товаров.

Третий ключевой компонент системы – изучение параметров модели через предсказание путем интеграции компонентов моделирования пользователей и товаров.

Таким образом, наша модель состоит из усовершенствованных компонентов для интеграции информации о рейтинге, позволяет учитывать как взаимодействия, так и мнения в графе пользователь-товар, и тем самым способна превосходить существующие базовые методы решения поставленной задачи.

УДК 004.896

ГОРЕЕВ А.Д., БОЖКО М.Е.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ОТХОДОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время наблюдается высокий рост потребления различных товаров, из-за чего города интенсивно накапливают отходы, которые крайне негативно сказываются на окружающей среде. Только в Нижегородской области в год образуется примерно 360 тысяч тонн, а по всей России около 3,8 млрд т в год. В связи с этим возникает ряд острых проблем: переполненные мусорные баки, брошенный мусор на улицах.

С целью уменьшения количества отходов, а вследствие этого улучшения экологической составляющей города и планеты, была разработана система по выявлению мусора на изображении и дальнейшем информировании инстанции по сбору мусора.

Разработка системы выявления отходов на изображении предполагает создание веб-сервиса. Пользователь загружает фотографию на веб-сервис, которая подается на вход предробученной нейронной сети, а после система выдает изображение, на котором детектирован мусор.

При разработке системы использовалась библиотека OpenCV и сверточная нейросеть. Для выбора нейронной сети было произведено сравнение нескольких распространенных архитектур сверточных сетей. Так, были рассмотрены следующие архитектуры: Faster R-CNN, EfficientDet, ResNet50 и семейство YOLO (YOLO V5, YOLO V8).

Тестирование производилось на датасете, содержащим изначально 3800 фотографий для обучения и 800 фотографий для валидации. Однако после первого обучения моделей и их сравнения точность была достаточно мала и составляла 65%, поэтому были добавлены изображения в плохих погодных условиях, размеченные вручную с помощью инструмента CVAT от компании Intel, который активно используется для аннотации цифровых изображений. Вместе с тем для увеличения обучающей выборки использовалась библиотека Augmentor.

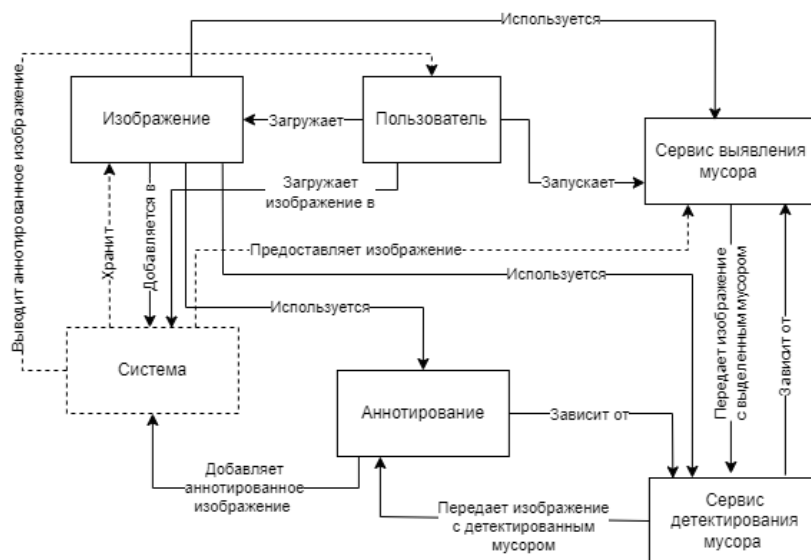


Рис. 2. Концептуальная модель системы

Обучение производилось с помощью фреймворка Pytorch, который имеет уже встроенные архитектуры. Полнота распознавания находится в пределах от 85% до 96%, точность классификации оказалась от 80% до 90%. Для оценки качества полученных результатов используем F-меру, которая находится в пределах от 82% до 94%. Проведено тестирование системы на изображениях, снятых в различных погодных условиях, и выполнен анализ полученных результатов. Система может быть полезна для организаций, которые занимаются уборкой мусора в черте города, так и за его пределами, положительно влияя на его чистоту.

УДК 004.9

ГОРЯЧЕВ Г.Э., ГОЛОВАНОВ А.В., БАЛАШОВА Т.И.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ МНОГОСЛОЙНЫХ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА ПОИСКА КРАТЧАЙШИХ ПУТЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные условия жизни требуют от человека быть в курсе политических и финансовых новостей, а также незамедлительно реагировать на любые события и изменения, происходящие в мире. Человек нуждается в постоянном обмене данными. Ярким примером такой зависимости от информационных каналов связи можно назвать трейдерство. Человек, играющий на бирже, должен владеть всеми сведениями, которые влияют на котировки акций. Поэтому важно иметь правильно оптимизированные сети передачи данных, чтобы быстрее внести изменения, и извлечь прибыль.

В работе рассматривается задача оптимизации многослойных сетей передачи данных с помощью различных алгоритмов. Рассматриваются алгоритмы Беллмана-Форда и Дейкстры. Алгоритм Беллмана Форда используется для нахождения кратчайшего расстояния от заданной исходной вершины до всех вершин в ориентированном графе. Алгоритм Дейкстры также позволяет достичь этой цели, но более эффективно. Особенностью алгоритма Беллмана-Форда является возможность работы на графах с ребрами, имеющими отрицательный вес, и возможность определения отрицательного цикла на графах.

Задача оптимизации сети передачи данных решается с использованием алгоритмов Беллмана-Форда и Дейкстры. В качестве модели сетей передачи данных используются граф-модели. Математической моделью служит матрица смежности или матрица инцидентности. Сеть передачи данных можно представить как неориентированным графом  $G = \{V, E\}$  без петель, построенном на множестве  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$  вершин и  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$  ребер, так и ориентированным графом  $G = \{V, E\}$  с вершинами  $V$  и дугами  $E$ .

Для канала связи могут быть выбраны разные характеристики для весовых матриц такие как: стоимость, пропускная способность, степень важности. Для узлов коммутационного оборудования в качестве характеристики могут выступать: безопасность, надёжность, время задержки при передаче данных.

Для оценки по критерию расстояния между вершинами используются картографические сервисы. С помощью них каждой точке, указанной пользователем определяются координаты, а также расстояние между точками.

Вся структура сети представлена многослойным графом. Для правильной работы алгоритмов многослойная структура объединяется в общий граф. Для объединения требуется, чтобы точки (вершины) находились по координатам в одном месте. При объединении сохраняются все рёбра, то есть из-за количества слоёв вершины могут соединяться от 1 до n-слоёв рёбрами. Далее граф обрабатывается алгоритмами для построения короткого пути до указанного пункта назначения.

После обработки алгоритмом происходит процесс оптимизации многослойной структуры - прокладывание оптимального пути через граф, состоящий из нескольких путей в за-



висимости от многих критерий, например, как пропускная способность и загруженность сети.

### ***Библиографический список***

1. Википедия: «Алгоритм Дейкстры»: [сайт].URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритм\\_Дейкстры](https://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_Дейкстры)
2. Статья из habr: «Web-геосервисы. Обзор современных решений»: [сайт].URL: <https://habr.com/ru/post/505500/>

УДК 004.4'426

КАПЛЯ В. В., КОРЕЛИН О. Н., КОБЛЯКОВ Д. А.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПЛИС В ЗАДАЧАХ ОБРАБОТКИ ВИДЕОПОТОКА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С помощью ПЛИС можно реализовать сопроцессор, оптимизированный для конкретной задачи и конкретных условий. Это позволит производить различного рода вычисления значительно быстрее чем на процессоре, тем самым увеличить общую производительность итогового устройства. Помимо этого, за счет большой, по сравнению с процессорами, тактовой частоты, ПЛИС может обеспечить минимальную задержку, что особенно важно при обработке видеопотока в реальном времени.

Но возникает серьезный вопрос: каким образом организовать взаимодействие процессора и ПЛИС? Очевидно, если применить не верный подход это нивелирует все преимущества применения программируемой логики. Решением этой проблемы стали, так называемые, системы на чипе (SoC). Они представляют из себя объединение процессора и ПЛИС на одном кристалле. SoC изначально проектировались с расчетом на плотное взаимодействие её компонентов, что делает это решение идеальным для реализации специальных устройств.

В нашем исследовании, по ряду причин, мы применяем отладочную плату Qmtech bajie board на базе Zynq 7000 xc7z7010, это младшая модель линейки Zynq 7000, но его ресурсов достаточно на начальных этапах.

Для работы с Zynq Xilinx предоставляет специальное ПО: Vivado для разработки конфигурации ПЛИС, Vitis для PS части и Petallinix SDK для сборки специальной версии Linux.

Используя Vitis, можно создавать приложения на языках C/C++, которые будут запускается на PS без операционной системы. Это позволяет более точно контролировать железо, но требует больших усилий на разработку такого ПО и не всегда является рациональным подходом. Популярным решением является использования ОС Linux. ОС не только забирает на себя ответственность за управление аппаратной частью, но и предоставляет высокоуровневые инструменты для разработки ПО. Petallinix SDK представляет из себя набор средств для конфигурации и сборки Linux для SoC Zynq. Используя Petallinix SDK, можно с легкостью добавить или убрать утилиты или компоненты ядра, установить драйвера, реализованных в PL устройств.

Несмотря на высокий (из-за специфичности решения) порог вхождения, на данный момент уже удалось настроить окружение и частично освоить описанные выше инструменты. А также разработать несколько тестовых конфигураций для PL, сконфигурировать и собрать Linux, начать разработку ПО для Linux. Следующими шагами станут: освоение технологии DMA для взаимодействия PS и PL, разработка ПО и конфигурации PL с использованием DMA, добавление поддержки CSI для подключения видеокамеры в PL и Linux.

### **Библиографический список**

1. megalloid Начиная работу с Zynq 7000. Пособие для начинающих / megalloid. — Текст: электронный // Хабр : [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/articles/559946/> (дата обращения: 02.03.2023).
2. PetaLinux Tools Documentation Reference Guide. — Текст : электронный // xilinx : [сайт]. — URL: [https://www.xilinx.com/content/dam/xilinx/support/documents/sw\\_manuals/xilinx2021\\_2/ug1144-petalinux-tools-reference-guide.pdf](https://www.xilinx.com/content/dam/xilinx/support/documents/sw_manuals/xilinx2021_2/ug1144-petalinux-tools-reference-guide.pdf) (дата обращения: 27.03.2023).

УДК 004.023

КОБЕЦ А.Н., БАЛАШОВА Т.И.

### **ПРИМЕНЕНИЕ МУРАВЬИНОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире популярность интернет-магазинов растет с каждым днем, что делает данный бизнес крайне привлекательным. Для того чтобы торговля процветала, требуется развитая логистическая сеть, то есть быстрая доставка. Таким образом, задача оптимизации транспортных перевозок стоит крайне остро. Одним из перспективных подходов для решения таких задач является использование эвристических методов, таких как генетические, муравьиные, двухфазные алгоритмы и др.

В данной работе рассмотрена задача оптимизации маршрута транспортировки товара от склада до конечного потребителя для интернет-магазина. В рамках поставленной задачи необходимо найти кратчайший замкнутый путь, который будет включать все пункты доставки и возвращаться в начальный пункт.

В качестве модели транспортной сети используется неориентированный граф  $G = \{V, E\}$ , который состоит из  $V$  вершин и  $E$  ребер. Вершинам графа  $v_i, i = \overline{1, n}$  поставлены в соответствие пункты доставки, а ребрам  $e_j, j = \overline{1, m}$  - дороги, соединяющие пункты доставки. Математической моделью графа является матрица смежности  $C_{ij}$  или матрица инцидентности  $I_{ij}$ . При большом числе клиентов решение задачи становится затруднительным, для ее решения используется муравьиный алгоритм, основанный на образе жизни муравьиной колонии.

В основе алгоритма лежат поведенческие принципы муравьиной колонии, а именно: взаимодействие определяется через специальное химическое вещество - феромон, откладываемый муравьями на пройденном пути [1]. Муравьи в поисках пищи перемещаются случайно и помечают свой путь. Чем короче путь от еды до муравейника, тем больше муравьев им воспользуются, значит, концентрация феромона на пути будет усиливаться, а на длинном пути уменьшаться. В конце концов муравьи выберут кратчайший путь с самой высокой концентрацией феромонов, что и будет ответом к решению задачи.

Для начала необходимо определить количество вершин, расстояние между ними, количество феромона, а затем разместить курьеров в каждой вершине. Для того чтобы выбрать вершину, необходимо рассчитать вероятность перехода от начальной вершины во все остальные. Она зависит от расстояния между вершинами, количества феромона и двух регулируемых значений – видимости и следа феромонов. А затем сгенерировать случайное число. Будет выбрана та вершина, в интервал которой попадет это число. Эта процедура проводится до тех пор, пока муравей не обойдет все вершины графа. После прохождения маршрута нужно обновить феромон на путях. Цикл повторяется заданное количество раз. После чего на основе полученных результатов выбирается оптимальный маршрут.

Подводя итог, стоит отметить, что было выявлено одно из достоинств муравьиного алгоритма – эффективная работа при больших данных, то есть при большом количестве клиентов, пунктов доставки. Помимо этого, муравьиный алгоритм подходит для задач с изменяющимися параметрами, что очень важно для транспортных систем. В данном алгоритме есть и недостаток – регулируемые параметры. Это дает возможность для улучшения алгоритма путем поиска более корректных значений.

---

**Кажаров А.А., Курейчик В.М.** Муравьиные алгоритмы для решения транспортных задач. // Известия РАН. Теория и системы управления, 2010, № 1, с. 32-45

УДК 004.023

КОРНИЛОВ А.И., ТИМОФЕЕВА О.П.

## ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ОДНОМЕРНОЙ УПАКОВКИ ОБЪЕКТОВ В ОГРАНИЧЕННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Задача упаковки объектов представляет собой важный прикладной раздел комбинаторной оптимизации и является актуальной составляющей транспортной логистики.

Особенностью задачи размещения нагруженных сегментов (отрезков) является достижение положения центра тяжести «связки» максимально близкого к заданному значению. Также необходимо выбирать отрезки таким образом, чтобы их общая длина соответствовала заданным ограничениям. Данная задача возникает при размещении груза на транспортном средстве, для которого важно положение центра тяжести. В работе предложен генетический алгоритм решения одномерной задачи упаковки объектов.

Заданы  $n$  отрезков  $A_1, A_2, \dots, A_n$ , подлежащих упаковке, и некоторое число  $c > 0$ ,  $c$  - целевой центр тяжести для соединения отрезков. Функция отклонения  $\delta$  центра тяжести размещаемых отрезков:

$$\delta(i_1, i_2, \dots, i_k) = |a(A_{i_1}A_{i_2} \dots A_{i_k}) - c|, \text{ где } (i_1, i_2, \dots, i_k) \in J_k.$$

Требуется найти перестановку (вариант упаковки), для которой:

$$\delta(i_1^0, i_2^0, \dots, i_k^0) = \min_{(i_1, i_2, \dots, i_k) \in J_k} \delta(i_1, i_2, \dots, i_k),$$

$$h_1(k = n) \leq a(A_{i_1}A_{i_2} \dots A_{i_k}) + b(A_{i_1}A_{i_2} \dots A_{i_k}) \leq h_2(k < n),$$

где  $h_1$  и  $h_2$  - ограничения для минимальной и максимальной длин загружаемого пространства,  $A = (a, p, b)$  - горизонтальный отрезок, в котором  $p$  - точка приложения вертикальной силы (вес),  $a$  и  $b$  - расстояние от левого и правого конца отрезка до  $p$  соответственно. При этом соединение отрезков  $A_x$  и  $A_y$  - это отрезок  $A_{xy} = A_xA_y = (a_{xy}, p_{xy}, b_{xy})$ , компоненты которого:

$$a_{xy} = a(A_{xy}) = [p_x a_x + p_y (a_x + b_x + a_y)] / (p_x + p_y),$$

$$p_{xy} = p(A_{xy}) = p_x + p_y,$$

$$b_{xy} = b(A_{xy}) = a_x + b_x + a_y + b_y - a_{xy}$$

Для решения поставленной задачи предлагается использовать классический генетический алгоритм [1], адаптировав его к решаемой задаче. Под хромосомой будем понимать упорядоченные наборы отрезков, где каждый ген соответствует одному конкретному отрезку. Для кодирования решения использовать целочисленное кодирование, состоящее из вектора целых чисел в диапазоне от 1 до  $n$  (где  $n$  — количество отрезков), указывающих положение каждого отрезка в расположении. Функция отклонения  $\delta$  выбрана в качестве целевой функции для оценки точности решения, учитывающего расположение отрезков и возвращающего отклонение от заданного центра тяжести.

Начальная популяция была заселена с помощью стратегии случайной популяции. В операторе отбора потенциальные родители выбираются случайным образом из существующих

щей популяции. Для скрещивания используется оператор двухточечного кроссинговера, который включает в себя случайный выбор точек разрыва  $q_1$ , где  $1 \leq q_1 \leq n$ , и  $q_2$ , где  $1 \leq q_2 \leq n$ , в хромосоме первой родительской особи, а также дополнение полученной хромосомы генами из второй родительской особи для соответствия потомка критериям задачи.

В настоящее время исследуются параметры генетического алгоритма с целью его применения для решения многомерной задачи упаковки объектов.

---

Дворянкин А.М., Ибрагим Исмаил Адаму. Генетический алгоритм для задачи одномерной упаковки объектов, 2021. URL: <http://www.nauteh-journal.ru/files/998e429c-0888-44df-8b5a-af8800ed3e63>

УДК 004.2

КОЧЕГАНОВА Л.М., САННИКОВ А.Н.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ОПОРНОГО ПЛАНА ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ С НЕЧЁТКИМИ ДАННЫМИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В ходе исследования рассматривалась транспортная задача с нечеткими тарифами на перевозку грузов. Актуальность задачи обусловлена ситуацией в стране и в мире, а также тем, что в условиях конкурентной борьбы между множеством логистических компаний исследование подходов к решению транспортных задач позволит определить наиболее оптимизированный план грузоперевозок, при этом минимизировать издержки и повысить эффективность деятельности.

Актуальность и новизна применения нечеткой логики обусловлена тем, что стоимость тарифа на перевозку определяется влиянием многих факторов, неопределенных, неизвестных и иногда непредсказуемых, таких как: метеоусловия, цены на топливо, человеческий фактор, ситуация с транспортом и оборудованием, состояние дорог, интенсивность движения, дорожная ситуация между пунктами назначения, экономическая и политическая ситуации и их влияние и пр. Поэтому в рассматриваемой задаче тарифы на перевозку представлены нечеткими треугольными числами, которые описывают разницу между допустимыми верхней и нижней границами значений стоимости.

Для приведения треугольных нечетких чисел к четкому значению используется алгоритм надежного ранжирования нечетких треугольных чисел.[1] Метод надежного ранжирования является одним из важных методов, используемых для решения различных типов задач оптимизации, таких как задачи назначения, транспортные задачи, задачи линейного программирования и т.д. Если  $A = (a_1, a_2, a_3)$  - треугольное нечеткое число, тогда индекс надежного ранжирования:

$$R(A) = \int_0^1 0.5(a_\alpha^L, a_\alpha^U) d\alpha,$$

$$(a_\alpha^L, a_\alpha^U) = \{(a_2 - a_1)\alpha + a_1, a_3 - (a_3 - a_2)\alpha\},$$

где  $(a_\alpha^L, a_\alpha^U)$  -  $\alpha$ -срез числа  $a$ .

В работе исследуются разные алгоритмы поиска возможных решений транспортной задачи, такие как: метод вычеркивания (метод двойного предпочтения), метод северо-западного угла, метод минимального элемента, метод аппроксимации Фогеля, метод аппроксимации Рассела, метод минимумов строк, метод минимумов столбцов, метод максимальной поставки с минимальными затратами.

Оценка работы алгоритмов производилась по количеству итераций и качеству полученного решения.

Наилучшие результаты показали методы аппроксимации Рассела и метод максимальной поставки с минимальными затратами. С помощью этих методов были получены оптимальные решения и за меньшее число итераций. Худшие результаты с точки зрения значения целевой функции показали методы северо-западного угла и метод минимального элемента.

---

Kaur, A., Kumar, A. A new method for solving fuzzy transportation problems using ranking function. Applied Mathematical Modelling 35, 5652-5661, (2011).

УДК 004.4'426

КУПЦОВ А.Д., КОРЕЛИН О.Н., КОБЛЯКОВ Д.А.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ FPGA ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВИДЕОПОТОКА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При обработке видеопотока в реальном времени важными параметрами являются скорость вычислений и минимизация задержки. FPGA, в отличие от CPU и GPU, можно использовать для реализации данной задачи непосредственно в источнике, т.е. подключить ее напрямую к камере и минимизировать задержку при передаче данных. Другой важной особенностью FPGA является архитектурная предрасположенность к параллельным вычислениям, что позволяет уменьшить количество тактов, необходимых для выполнения комплексных операций.

Рассмотрим систему, состоящую из CMOS IP камеры и FPGA. Первый важный аспект, на который стоит обратить внимание — способ формирования кадра. Большую часть рынка занимают камеры с последовательным электронным затвором. Принцип работы состоит в построчном считывании информации с матрицы. Данный подход позволяет начать обработку кадра на FPGA до его окончательного формирования. Недостаток заключается в появлении искажений при захвате быстро движущихся объектов. Камеры с полным затвором решают данную проблему, информация считывается со всей матрицы, но имеют свои существенные недостатки: высокая стоимость, шумность, повышенный нагрев.

После захвата изображения камерой, данные передаются по последовательному или параллельному интерфейсу на FPGA. Если данный интерфейс имеет линию PCLK, мы можем напрямую использовать тактовые часы камеры для синхронизации вычислений, однако данный подход требует, чтобы каждая операция занимала один такт. В противном случае для оптимизации комплексных вычислений следует использовать принцип конвейерной обработки данных. Решение о том, где применять конвейерную обработку, основывается на максимальной частоте обработки задач, необходимой для оборудования, доступных ресурсах и энергопотреблении. Также, для синхронизации вычислений, можно использовать и системные часы FPGA. В таком случае операции не ограничены одним тактом, однако все еще необходимо синхронизировать работу камеры и FPGA, которые имеют две разные тактовые частоты. Одним из возможных решений является использование синхронизатора, состоящего из D-триггеров, синхронизированных в входной и выходной тактовых частотах (камеры и FPGA).

Выходной сигнал интерфейса используется для дальнейшей обработки. FPGA эффективно показывает себя при работе с большим классом задач: микширование, декомпрессия, кодирование, фильтрация, шумоподавление, стабилизация изображения, повышение разре-

шения и т.д. При наличии на плате постоянной памяти, можно сохранить несколько схем, реализующие разные задачи, и переключаться между ними во время работы системы.

Дальнейшая работа заключается в реализации различных алгоритмов фильтрации (медианный фильтр, градиентный фильтр, детектор Собеля) на FPGA Zynq 7000 для обработки видеопотока с камеры OV7650. В качестве управляющего устройства планируется использовать одноплатный компьютер Beagle Bone Black.

### *Библиографический список*

1. **Фрэнк Бруно** Программирование FPGA для начинающих /пер. с англ. С. Л. Плехановой; под науч. ред. А. Ю. Романова, Ю. В. Ревича. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 304 с.: ил.
2. How Boolean Logic Works: [электронный ресурс]. URL: <https://computer.howstuffworks.com/bytes.htm>. (Дата обращения: 20.04.2023)

УДК 004.023

ЛАШУК А. Д., ГОЛОВАНОВ А.В., СТЕПАНЕНКО М.А.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ МНОГОСЛОЙНЫХ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА БАЗЕ МЕТОДОВ ЭВОЛЮЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сети стали неотъемлемой частью нашего мира. Для качественной передачи данных часто бывает необходимо оптимизировать сети. Оптимизация может быть выполнена по множеству критериев.

В представленной работе мы рассмотрели оптимизацию структуры многослойных сетей передачи данных на базе методов эволюционного моделирования. В качестве критериев оптимизации выступают финансовые затраты и пропускная способность. Для основы работы взят генетический алгоритм. Данный алгоритм основан на случайном и комбинированном переборах, а также использует базовые принципы теории биологической эволюции [1].

Входными данными являются неполные неориентированные графы, заданные весовыми матрицами  $\|C_{ij}\|$  и  $\|B_{ij}\|$ , массив вершин  $R$ , ограничения стоимости и пропускной способности, а также данные необходимые для работы методов оценки.

Для того, чтобы решить данную задачу необходимо выполнить следующие шаги:

1. Зададим случайным образом начальную популяцию. Каждая особь будет представлена с помощью хромосомы, длины  $K$

$$K = n * 3, \quad (1)$$

где  $n$  – количество слоёв.

На каждый слой выделяется три гена, гены принимают значения 1 или 0. В зависимости от комбинаций генов определяется какое количество вершин данного слоя будет участвовать в образовании решения. К примеру, если будет набор генов 111, то весь слой будет участвовать в решении, а если 000 – слой не будет принимать участие в образовании решения.

2. Приведем матрицы весов к одному размеру. Объединим матрицы в соответствии с вершинами.
3. Оценка популяции. Необходимо выполнять условие связности графа. Данное условие проверяется с помощью специального алгоритма построенного по принципу вычисления строк в матрице достижимости. После вычисляется стоимость и пропускная способность решения. С помощью метода идеальной точки и метода линейной свертки производится оценка решения.

4. Применяем один из генетических операторов: оператор мутации или оператор кроссинговера. Получаем популяцию следующего поколения.
5. Повторяем шаги 2, 3, 4, 5 пока не выполнится условие окончания работы алгоритма. Данное условие выбирается в процессе настройки алгоритма.

В результате работы получены решения для двух методов по двум критериям. В зависимости от входных данных и ограничений может меняться эффективность работы методов. Также существует сложность работы с методами, необходимо правильно подбирать ограничения и коэффициенты.

---

Карпенко А.П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновленные природой - 2-е издание – Москва:МГТУ им. Н.Э. Баумана,2017 – с. 65.

УДК 004.023

МАРТЫНОВА И.А., БАЛАШОВА Т.И.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПУТИ В ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЯХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сервисы для построения маршрутов, GPS-навигаторы повсеместно используются для нахождения кратчайшего пути между текущим местоположением и пунктом назначения. Но не всегда самый короткий путь – самый верный и быстрый. В реальных условиях дорожного движения встречаются различные трудности: вечером и утром образуются масштабные пробки, по пути встречаются ограничения по скорости, аварии. Подобные ситуации могут вынуждать ехать по кратчайшему пути дольше, чем по длинному, что не экономит время.

В работе решается задача поиска оптимального маршрута в транспортных сетях. В качестве способа решения был выбран генетический алгоритм (ГА) [1].

Модель транспортной сети можно представить в виде неориентированного или ориентированного графа  $G = \{V, E\}$  без петель, где каждой вершине  $V_i$  ( $i = \overline{1...n}$ ) поставлена в соответствие путевая или транзитная точка (улица, населённый пункт и т.д.), а каждому ребру  $E_i$  ( $i = \overline{1...m}$ ) поставлена в соответствие дорога, которая их соединяет. Математической моделью может послужить матрица смежности или матрица инцидентности.

Решением задачи будет маршрут, представленный в виде графа, который содержит оптимальный путь.

В первую очередь необходимо разработать метод кодирования хромосом [2]. Для кодирования используется хромосома в виде битовой строки, размер которой равен  $n$  – количеству вершин графа. Каждый ген строки равный 1 будет означать, что между вершиной  $V_i$  и  $V_j$  существует дорога, иначе – 0. Воспользуемся матрицей инцидентности, столбцы которой соответствуют возможным дорогам, а строки – всем возможным вершинам.

Значения целевой функции могут быть определены по матрице смежности, где ненулевые значения элементов – характеристики дороги: расстояние между вершинами  $V_i$  и  $V_j$  и ограничение по скорости (максимальная допустимая скорость). Эти характеристики можно объединить, получив время, необходимое для преодоления этого расстояния.

Итерация ГА для решения задачи состоит из следующих шагов:

- Генерация множества допустимых решений, содержащих  $N$  закодированных битовых строк, вычисление целевой функции для каждого, проверка ограничений;
- Разработка генетических операторов: селекция, кроссинговер, мутация;
- Создание механизма для построения новой популяции;

- Проверка на достижение критерия остановки.

В ходе исследования была осуществлена настройка операторов ГА с учетом особенностей задачи поиска оптимального пути, также была разработана модификация для классического генетического алгоритма – применение турнирного метода селекции, что позволило повысить его эффективность. Результаты экспериментов с различным количеством путевых точек показали, что данный алгоритм позволяет получить близкие к оптимальным решения за достаточно небольшое количество времени.

### ***Библиографический список***

1. Гладков, Л. А. Генетические алгоритмы / Гладков Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М.; Под ред. В. М. Курейчика. - 2-е изд., исправл. и доп. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 320 с.
2. Емельянов, В. В. Теория и практика эволюционного моделирования / В. В. Емельянов, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 91-110 с.

УДК 004.89

МИТРОХИН А.Д., СТЕПАНЕНКО М.А.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЗВУЧИВАНИЯ ЯЗЫКА ЖЕСТОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время, в полной мере не решена проблема коммуникации между людьми здоровыми и глухонемыми. Существуют всего два ее решения. Первым является язык жестов, который активно используют глухонемые, но среди здоровых его знают, скорее только те, в чьем окружении есть глухонемые. Вторым средством для коммуникации является использование текстового носителя. Однако такой подход неудобен в силу скорости обмена информацией. Проблема коммуникации между этими группами в первую очередь касается глухонемых так как именно им приходится адаптироваться.

Данная работа направлена на частичное решение этой проблемы путем создания технологии, которая позволит преобразовывать язык жестов в голос. Сделать это можно с помощью современных архитектур нейронных сетей. Важно, что решение должно работать в реальном времени, то есть задержка между жестами и генерацией голоса по ним должна быть минимальной. Для того чтобы озвучить жесты рук, нужно преобразовать изображение в голос. Эту задачу можно разбить на две подзадачи. Первая – преобразование изображения в текст. Вторая – преобразование текста в голос. Таким образом конечное решение представляет две последовательно соединенные нейронные сети.

Для преобразования изображения в текст нужна нейронная сеть, решающая задачу детектирования объекта по изображению. Исходя из анализа, приведенного в статье [1], наиболее привлекательными на сегодняшний день служат модели из семейства YOLOv7. Сравнение архитектур нейронных сетей в статье проходило по двум показателям: время исполнения на видеокарте V100 от компании NVIDIA и точность предсказания на наборе данных MSCOCO, по классической, для задач детектирования объектов, метрике AP (average precision). Базовая модификация модели из семейства YOLOv7 имеет время выполнения 12 мс и точность 55%. Ближайшим конкурентом по точности является модель YOLOR, но ее время выполнения значительно дольше – 17 мс. В связи с чем была использована базовая модель семейства YOLOv7.

Для преобразования текста в голос существует огромное число архитектур, существенно отличающихся друг от друга. Решение этой задачи значительно вычислительно сложнее, чем в задаче детектирования объекта. Основываясь на анализе, приведенном в статье [2], бы-



ла выбрана модель FastDiff. Критерием оценки качества является метрика MOS (mean opinion score) – усредненная оценка естественной речи, выданная ассессорами для синтезированных аудио по шкале от 1 до 5. Метрикой времени выполнения является RTF (Real Time Factor) – время, затрачиваемое на синтез, деленное на продолжительность звука. Модель FastDiff имеет показатели: 4.28 MOS на наборе данных LJSpeech, 0.015 RTS на видеокarte V100 от компании NVIDIA. Ближайшим конкурентом является модель FastSpeech2, которая в тех же условиях имеет показатели: 4.3 MOS, 0.019 RTS.

Для обучения нейронных сетей требуются два набора данных, первый из которых предназначен для сети, преобразующей изображения в текст. Набор содержит три готовых набора данных: WLASL (World-level American Sign Language), How2Sign, MS-ASL. Каждый из этих наборов содержит видео, на которых люди общаются с помощью языка жестов. Второй набор данных предназначен для сети, преобразующей текст в голос. Набор содержит следующие: LJSpeech, 20000 utterances, LibriTTS.

Результатом работы служит решение, состоящее из двух последовательно соединенных нейронных сетей. Первая из которых YOLOv7, а вторая FastDiff. Решение позволяет генерировать голос по жестам рук, которые считываются с камеры устройства или получены из видео.

### ***Библиографический список***

1. A survey of modern deep learning based object detection models // arXiv URL: <https://arxiv.org/pdf/2104.11892.pdf> (дата обращения: 2.10.2022).
2. A survey of neural speech synthesis // arXiv URL: <https://arxiv.org/pdf/2106.15561.pdf> (дата обращения: 25.10.2022).
3. FastDiff: A fast conditional diffusion model for high-quality speech synthesis // arXiv URL: <https://arxiv.org/pdf/2204.09934.pdf> (дата обращения: 1.11.2022).
4. FastSpeech 2: Fast and high-quality end-to-end text to speech // arXiv URL: <https://arxiv.org/pdf/2006.04558.pdf> (дата обращения: 12.11.2022).
5. YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for realtime object detectors // arXiv URL: <https://arxiv.org/pdf/2207.02696.pdf> (дата обращения: 9.10.2022).

УДК 004.93'14

НАПЫЛОВ Е. И., ОРЛОВ М. М., СТЕПАНЕНКО М.А.

## **ЗАВИСИМОСТЬ КАЧЕСТВА КЛАССИФИКАЦИИ ДЕЙСТВИЙ ЧЕЛОВЕКА ПО ВИДЕО ОТ ЧАСТОТЫ КАДРОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Задача классификации видео является актуальной, так как имеет широкое прикладное применение, например, классификация действий, генерация описания происходящего, определение сущностей. Для решения подобных проблем преимущественно применяются различные архитектуры нейронных сетей. В данной работе рассматривается зависимость качества некоторых архитектур нейронных сетей от количества кадров в исходных видеороликах.

В качестве материала исследования был использован фрагмент датасета UCF-101 [4]. Было взято 10 случайно выбранных классов, каждый из которых состоит из 50 цветных видеороликов продолжительностью 2 секунды, частотой смены кадров (fps) 16 раз в секунду и разрешением 128 на 128 пикселей. Значения fps и продолжительности были выбраны исходя

из технических характеристик устройства, на котором производилось обучение моделей нейронных сетей.

Существует несколько подходов к решению задачи классификации видео с применением методов глубокого обучения, наиболее популярными из них являются комбинирование двумерной сверточной нейронной сети (CNN) и рекуррентной нейронной сети (RNN) и применение трехмерной CNN [1, 3, 5].

В данной работе в первую очередь сравнивались SimpleRNN и LSTM рекуррентные слои и способы обработки их выходных последовательностей, такие как использование последнего выходного значения, GlobalMaxPooling (GMP) и Attention (AT) [6]. Для чистоты эксперимента, каждая модель имела одинаковые гиперпараметры, таким образом получилось сохранить примерно равное количество обучаемых параметров в каждой модели (около 90.5 тыс). В качестве основной метрики был использован F1-score. В табл. 1 приведены результаты экспериментов.

**Таблица 1**  
**F1-score некоторых моделей**

	1 fps	2 fps	3 fps	6 fps	12 fps	16 fps	Среднее
3D CNN	0.46	0.47	0.52	0.42	0.32	0.46	0.44
2D CNN-RNN	0.51	0.56	0.39	0.51	0.43	0.42	0.47
2D CNN-RNN-GMP	0.53	0.55	0.53	0.57	0.41	0.52	0.52
2D CNN-LSTM-AT	0.55	0.5	0.54	0.64	0.54	0.46	0.54

Лучший средний результат был достигнут при комбинации LSTM и attention. Эта же модель показала абсолютно лучший результат классификации с применением видеороликов с 6 fps. Трехмерная CNN продемонстрировала наихудший результат, это может быть связано с тем, что в этой архитектуре используется только один тип слоев. Наиболее удачные значения fps для всех моделей оказались 6 (средний F1-score – 0.548) и 2 (средний F1-score – 0.543).

#### **Библиографический список**

1. Abdullah M., Ahmad M., Han D. Facial expression recognition in videos: An CNN-LSTM based model for video classification //2020 International Conference on Electronics, Information, and Communication (ICEIC). – IEEE, 2020. – С. 1-3.
2. Bhardwaj S., Srinivasan M., Khapra M. M. Efficient video classification using fewer frames //Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2019. – С. 354-363.
3. Diba A. et al. Temporal 3d convnets: New architecture and transfer learning for video classification //arXiv preprint arXiv:1711.08200. – 2017.
4. Soomro K., Zamir A. R., Shah M. UCF101: A dataset of 101 human actions classes from videos in the wild //arXiv preprint arXiv:1212.0402. – 2012.
5. Yang C., Jiang W., Guo Z. Time series data classification based on dual path CNN-RNN cascade network //IEEE Access. – 2019. – Т. 7. – С. 155304-155312.
6. Zhao Z. et al. Attention-enhanced connectionist temporal classification for discrete speech emotion recognition. – 2019.

## ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) набирают всё большую популярность [1]. Так, по данным Aviation Week & Space Technology [2] объем мирового рынка разработок и производства равен 3 млрд \$. Другие издания оценивают в 10 млрд \$.

Широкое их применение обусловлено выполнением множества операций, выполнение которых человеком трудозатратно, имеет высокую стоимость, чревато получением травм, предполагает труд человека исключительно как механизма (доставка малогабаритных грузов [3], геодезические работы, работы по созданию цифрового двойника объекта [4], поисковые мероприятия).

Для выполнения подобных работ наблюдается тенденция отхода от идеи применения малого количества сложных уникальных аппаратов с централизованным управлением и перехода к использованию большого количества простых и модульных БПЛА [5] с децентрализованным управлением. На практике реализация такой системы имеет вид топологически связанной группы дронов, где любительская или уже существующая серийная модель или дрона дооборудуется выносным модулем межмашинной связи, подключение которого осуществляется через аппаратный кроссплатформенный интерфейс.

При этом актуален вопрос построения системы управления группой БПЛА, включающей в себя модель межмашинной связи, где ключевым элементом является выбор микроконтроллера, обеспечивающего анализ данных, их обработку и принятие автоматизированных или указанных пользователем решений.

Для построения системы управления группой БПЛА поставим задачу обоснования выбора оптимального контроллера из доступного ценового сегмента: Atmel Atmega 2560, STM32F103C8T8, ESP8266, PIC32MX. Для этого воспользуемся методами многокритериальных оценок альтернатив, а именно рассмотрим: метод анализа иерархий (МАИ), мультипликативный МАИ (ММАИ), метод ELECTRE. В качестве критериев будем рассматривать: K1 - трудоемкость реализации многоуровневого программного обеспечения, K2 – доступность, качество и объем документации, K3 - количество интерфейсов микроконтроллера, K4 – стоимость контроллера.

МАИ, разработанный Томасом Л.Саати, не определяет «правильное» решение, а находит альтернативу, более согласующуюся с пониманием задачи и требованиями к решению [6]. Как предпочтительную альтернативу МАИ выделяет STM32F103C8T8.

ММАИ предложен Ф. Лутсмой, имеет иной принцип [7]. Итоговые веса альтернатив по совокупности критериев определяются с помощью мультипликативной свертки критериев. Определяя отношения, а не значения элементов, логичнее перемножать их, чем суммировать значения сравнений. Переход от вербальных сравнений к числам происходит из предположений о поведении при сравнительных измерениях.

Наилучшей альтернативой в данном методе является STM32F103C8T8. В методе ELECTRE I бинарное отношение превосходства задается уровнями согласия и несогласия [8]. Если  $C(A_i, A_j) \leq a_1$ ; и  $D(A_i, A_j) \leq y_1$ .  $a_1$  и  $y_1$  - заданные уровни согласия и несогласия, альтернатива A объявляется превосходящей альтернативу B.

По результатам расчетов ESP8266 является предпочтительной альтернативой. Анализ характеристик выбранных контроллеров показал, что наиболее подходящей моделью для СУ БПЛА является микроконтроллер STM32F103C8T8, т.к. он оказался предпочтительной альтернативой в двух методах. Полученное решение – контроллер ESP8266 – также может быть принят к рассмотрению при построении СУ БПЛА.

Худшими решениями в исследовании стали контроллеры Atmel Atmega2560 и PIC32F, т.к. они не стали предпочтительной альтернативой ни в одном из методов.

### ***Библиографический список***

1. Куликов, Д.Д., Мышенцев, Д.С., Ершова, Н.А. История развития БПЛА и перспективы из развития // Сборник статей Международной научно-практической конференции, Волгоград, 27 октября 2021 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2021. – С. 17-19. – EDN DTOQAD.
2. Аллилуева Н. ведущий специалист АО «НПП «Радар ммс». Перспективы развития беспилотных летательных аппаратов. Журнал ТЗ №6 2015. <http://www.tzmagazine.ru/jpage.php?uid1=1348&uid2=1474&uid3=1479>
3. Шамаева, И.И., Пономарев, Д.А., Королева, А.Г. Летающие дроны в сфере логистики // Материалы II международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 30 апреля 2022 года. – г. Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью "Манускрипт", 2022. – С. 269-272. – EDN HDVVBC.
4. Бужинский, Е. П. Приоритеты развития беспилотников: от военного дела к экономике / Е. П. Бужинский // Индекс безопасности. – 2014. – Т. 20. – № 2(109). – С. 109-118.
5. Балашенко, И.Н., Горыня, Н.А., Гунько, А.С., Никонов, В.И. Актуальные вопросы управления группой БПЛА // Динамика систем, механизмов и машин. – 2022. – Т. 10. – № 1. – С. 14-17. – DOI 10.25206/2310-9793-2022-10-1-14-17.
6. Квочко, А.А. Обзор программных средств оценки методом анализа иерархий Т.Саати / А. А. Квочко // Сборник статей Международной научно-практической конференции: в 5 частях, Пермь, 10 января 2018 года., 2018. – С. 44-47..
7. Шакиров, В.А. Принятие решений на основе мультипликативного метода анализа иерархий с использованием функций ценности // Труды VI Всероссийской конференции (с приглашением зарубежных ученых), Уфа-Ставрополь, 28–31 мая 2018 года: ГОУ ВПО "Уфимский государственный авиационный технический университет", 2018. – С. 68-73.
8. Григорян, Н. Д. Использование мультипликативного метода анализа иерархий в оценивании знаний студентов / Н. Д. Григорян // Информатика и образование. – 2012. – № 3(232). – С. 71-73.

УДК 004.89

ПИГАСИН Д.А.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ ЭМОЦИЙ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Распознавание человеческих эмоций компьютером позволит улучшить связь между машиной и человеком. Это может быть полезно не только в робототехнике и создании искусственного интеллекта как такового, но и в других областях. Как пример, внедрение функционала для классификации эмоций в интеллектуальные системы оценки качества обслуживания и рекомендаций контента способно повысить их эффективность.

Мимика является наиболее распространенным невербальным сигналом, который позволяет определить эмоции человека, но одно и то же выражение лица разные люди могут трактовать по-разному. Из экспериментов Иэна Гудфеллоу 2013 года следует, что точность человека в задаче классификации эмоций по изображению лица составляет  $68 \pm 5\%$ . Для тестирования использовался набор данных из 1500 фотографий членов лаборатории LISA, демонстрирующих 7 выражений лица: злость, отвращение, страх, радость, грусть, удивление и нейтральное. В 1971 году Пол Экман и Уоллес Фризен доказали, что эти эмоции являются

универсальными для народов разных культур, что объясняет их использование в большинстве датасетов для классификации эмоций в качестве аннотаций.

В 1977 году П. Экманом и У. Фризенем была разработана Facial Action Coding System (FACS) – система для описания всех визуально различимых движений лица с помощью единиц действия (AUs), соответствующих мышцам лица, движениям головы и движению глаз. Комбинацией AUs можно описать любую эмоцию, но для этого нужны специально обученные люди. По этой причине наборов данных, размеченных с помощью FACS кодов, мало, их нет в открытом доступе, а те, что подготовлены без них, как правило, более «шумные».

Цель работы – создание системы классификации эмоций человека по фото его лица. Данная система будет опираться на модели глубокого обучения, которые хорошо себя зарекомендовали в задаче распознавания образов на изображениях. Необходимые для классификации признаки устанавливаются без участия человека в процессе обучения.

В ходе работы было натреновано большое количество свёрточных нейронных сетей, относящихся к семейству EfficientNetV2 – моделей с высокой эффективностью параметров и быстрой скоростью обучения; исследовалось влияние на результат различных параметров аугментации и способов балансировки тренировочных данных, так как выбранный датасет, FERPlus, обладает сильным дисбалансом между классами, но в то же время является общедоступным, и его лицензия предоставляет право на использование без ограничений.

В результате удалось получить довольно легковесную модель с высокой точностью (88.34%) и полнотой (87.08%) для классификации 5 следующих эмоций: злость, радость, нейтральная, грусть и удивление. Для демонстрации ее работы было написано графическое приложение на языке Python. Захват изображения с камеры осуществлялся с помощью библиотеки OpenCV, а в качестве фреймворка для исполнения свёрточных нейронных сетей был выбран OpenVINO, показавший более высокую производительность в сравнении с OpenCV DNN и ONNX Runtime по результатам тестирования на имеющемся оборудовании (Intel Core i5-8250U).

В будущем планируется дополнить набор данных FERPlus изображениями слабо представленных классов и продолжить эксперименты с архитектурами нейронных сетей для улучшения результатов.

УДК 004

ПЛЮСНИН Е.П., СКВОРЦОВА Д.А., КАПРАНОВ С.Н.

## **РЕШЕНИЕ СОВОКУПНОСТИ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В современном мире редко бывают ситуации, когда человек должен решать лишь одну поставленную задачу. Чаще всего каждый из нас сталкивается с необходимостью реализации большого числа различных заданий в условиях дефицита времени. Причем, зачастую необходимо решить не каждую задачу отдельно оптимальным образом, а выполнить их максимальное количество и с качеством не ниже определенного порога или произвести решение с максимальным коэффициентом полезности.

Пусть, к некоторой программе или лицу, принимающему решение (ЛПР) на вход, поступает ряд задач, к которым необходимо найти ответ за определенный квант времени. Здесь может возникнуть выбор: решить быстро все, но не эффективно или решить меньшее количество, но с более высокой степенью достоверности. Рациональным решением в этой ситуации будет выявление ряда задач, которые могут быть решены в соответствии с определенной стратегией.

Опишем вышесказанное формальным языком. Пусть  $\text{Sumt}$  - общее время, необходимое для решения всех задач;  $t_i$  - время решения задачи  $i$ ;  $T_i$  - качество решения задачи  $i$ . Будем пы-

таться подбирать к каждой задаче такое время, чтобы ее решение было максимально выгодным для нас.

$$Tasks = [T_1(t_1), T_2(t_2), \dots, T_i(t_i)], \text{ причём } t_1 + t_2 + \dots + t_i \leq Sum_t$$
$$Best = \max(Tasks)$$

Таким образом, возможно достичь оптимального соотношения в количестве и качестве решаемых задач.

Предложенным методом решения данной проблемы является использование эвристических алгоритмов, в частности, генетического алгоритма [1]. Для нашей задачи, мы определим некоторые понятия, такие как начальная популяция (population) - набор задач, которые необходимо решить за квант времени; функция приспособленности ( $F(\text{population.individual})$ ) - это функция, показывающая степень достоверности решения одной задачи за  $t_{\min}$ . При прохождении первого этапа алгоритма популяция сокращается на  $n$  число особей (в итоге остается  $\text{population.count} - n$ ). Тех, кто прошел отбор, мы скрещиваем между собой с помощью кодирования хромосом [2]. Каждой особи в соответствие ставится целое число  $x = \{0, 1, \dots, k_i\}$ . Каждому номеру  $\{0, 1, \dots, k_i\}$  ставится в соответствие уникальная бинарная комбинация длины  $l_i$ . Величина  $l_i$  определяется из условия:  $k_i = 2^{l_i} - 1$ . Преобразование в битовую строку осуществляется с помощью обычного двоичного кодирования (позиционного кода) или рефлексивного кода Грея, который обладает свойством непрерывности бинарной комбинации: изменению кодируемого числа  $i$  на единицу соответствует изменение бинарной комбинации только в одном разряде. Использование кода Грея облегчает функционирование генетического алгоритма, сокращает время, необходимое для его сходимости. На основе полученных результатов строится новая популяция и проверяется, достиг ли алгоритм точки останова. При наличии положительного результата возвращается выбор решений из последней популяции. Если нет, то алгоритм запускается повторно.

### ***Библиографический список***

1. **Карпенко, А.П.** Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы вдохновленные природой/ А.П. Карпенко - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. - 447 с.
2. **Мицель, А.А.** Эвристические методы оптимизации: учебное пособие/ А.А. Мицель. - Томск: ТУСУР, 2022. - 73 с.

УДК 681.3

РУКАВИШНИКОВ М.А., ГОЛОВАНОВ А.В., СОКОЛОВА Э.С.,

### **РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАРИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗВЕРТЫВАНИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ НА ЛОКАЛЬНОМ КЛАСТЕРЕ KUBERNETES**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Современные информационные технологии развиваются стремительным образом, поэтому каждой компании и каждому разработчику приходится постоянно совершенствоваться, изучать современные продукты, чтобы конкурировать на рынке. Методы разворачивания приложений и поддержки продуктовых окружений постоянно меняются и приходят к новым этапам.

Ранее при запуске приложений на физических серверах могли возникать проблемы, связанные с недостатком ресурсов для приложений на таком физическом сервере, а также сложности с конфигурацией и настройкой окружений. Со временем технологии продвинулись вперед, и компании начали активно переходить на виртуализацию.

Процесс виртуализации дает возможность запускать несколько виртуальных машин на одном физическом сервере, изолируя приложения между виртуальными машинами и обеспечивая высокий уровень безопасности, поскольку информация одного приложения не может быть свободно доступна другому приложению.

Крупные IT-компании зачастую используют облако (AWS, SberCloud, YandexCloud, Azure и т.д.) в качестве инструмента для разворачивания и масштабирования кластеров. Главный плюс таких решений, что заказчик платит лишь за используемые ресурсы и всегда имеет возможность расширять окружения в зависимости от нагрузки. Тем не менее, кластерная архитектура требует значительно больше финансовых вложений, чем набор виртуальных машин. При использовании кластерной архитектуры, как правило, кроме production и staging стендов, приходится разворачивать тестовый стенд для ежедневного использования командами для разработки новых возможностей продукта.

В данной работе предложено решение для локальной разработки продукта на личных устройствах с использованием системы Minikube, (одноузловой экземпляр Kubernetes). Minikube – это инструмент, автоматизирующий процесс размещения, масштабирования и управления контейнерами, позволяющий легко запускать кластер Kubernetes внутри виртуальной машины на компьютере пользователя.

В качестве примера можно привести целевую картину процесса, который использует предложенный принцип разворачивания приложения:

- запускается скрипт, устанавливающий на виртуальную машину Minikube и все необходимые компоненты. Если на устройстве уже развернут локальный кластер, первый шаг не выполняется;
- завершившаяся установка запускает внутренний процесс, который собирает исходный код, анализирует его программами линтерами и тестирует;
- образ приложения загружается в хранилище, а затем разворачивается на Minikube кластере.

Поставлена задача реализовать CI/CD процесс для надежного развертывания изменений программного обеспечения с использованием инструментария Gitlab CI, устанавливающего на виртуальную машину Minikube и все необходимые компоненты, запускающий сборку приложения и тесты. Идея состоит в том, чтобы автоматизировать такой процесс, настроить его запуск по изменениям в ветке репозитория, а также обеспечить полноценную непрерывную систему по доставке приложения на вышеуказанный локальный стенд. Такое решение поможет снизить финансовые затраты на использование полноценного тестового кластера, а также позволит разработчикам быстро разворачивать экземпляр продукта на их локальных устройствах.

УДК 004.67

РЫЖКОВ Н.Д., КАПРАНОВ С.Н.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТОВ ДОСТАВКИ ТОВАРОВ С МЕХАНИЗМОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕТОДОМ МОНТЕ КАРЛО**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В современном мире логистика играет важную роль в бизнесе. Она позволяет оптимизировать логистические процессы, уменьшить затраты на доставку, улучшить уровень обслуживания клиентов и повысить конкурентоспособность компании на рынке. Одной из ключевых задач логистики является оптимизация маршрутов доставки товаров. Это позволяет уменьшить время доставки и затраты на транспортировку грузов.

Для оптимизации маршрутов доставки необходимо учитывать множество факторов, таких как ограничения на грузоподъемность и максимальное расстояние доставки транспортных средств, стоимость доставки, а также временные ограничения на работу водителей.

Данная работа посвящена разработке алгоритма для оптимизации маршрутов доставки товаров с использованием метода Монте-Карло для моделирования дорожных рисков. Цель - рассмотреть проблему оптимизации маршрутов доставки товаров с помощью механизма моделирования методом Монте-Карло и предложить алгоритм решения данной задачи.

Для достижения поставленной цели были рассмотрены следующие задачи:

- Разработана математическая модель оптимизации маршрутов доставки товаров с учетом ограничений на грузоподъемность и максимальное расстояние доставки.
- Разработан метод оценки дорожных рисков на основе моделирования методом Монте-Карло.
- Разработан алгоритм оптимизации маршрутов доставки товаров, учитывающий результаты моделирования методом Монте-Карло и ограничения на грузоподъемность и максимальное расстояние доставки.
- Проведены вычислительные эксперименты для оценки эффективности разработанного алгоритма на реальных данных.
- Проведено сравнение результатов разработанного алгоритма с результатами других методов оптимизации маршрутов доставки товаров.

В рамках работы рассмотрена методика, основанная на комбинированном алгоритме с использованием метода Монте-Карло для моделирования дорожных рисков, которая обеспечивает существенное улучшение производительности и точности по сравнению с другими методами оптимизации маршрутов доставки товаров.

В результате проведенного исследования на тему оптимизации маршрутов доставки товаров с использованием механизма моделирования методом Монте Карло были получены следующие выводы:

Во-первых, применение метода Монте-Карло в задаче оптимизации маршрутов доставки товаров позволяет улучшить качество и эффективность решения, по сравнению с классическими методами оптимизации, такими как жадные алгоритмы или методы динамического программирования.

Во-вторых, учет ограничений на грузоподъемность и максимальное расстояние доставки транспортного средства позволяет решить задачу оптимизации маршрута доставки более реалистично и применимо к реальным условиям.

В-третьих, стоимость доставки является важным фактором, который необходимо учитывать при оптимизации маршрутов доставки. Разработанный алгоритм позволяет учесть этот фактор при выборе наилучшего маршрута доставки, что повышает экономическую эффективность всей системы доставки.

В-четвертых, ограничение на время езды водителя также является важным фактором, который должен учитываться при оптимизации маршрутов доставки. В нашем исследовании мы ограничили время езды водителя до 10 часов в сутки. Это ограничение было учтено при определении оптимальных маршрутов доставки, что позволило снизить вероятность нарушения трудовых норм и правил дорожного движения.

Таким образом, результаты исследования показали, что комбинированный алгоритм с использованием моделирования методом Монте-Карло в задаче оптимизации маршрутов доставки товаров позволяет решать эту задачу более эффективно и учитывать все важные факторы, влияющие на процесс доставки. Это может быть полезно для компаний, занимающихся доставкой товаров, и позволит им сократить расходы на доставку и повысить качество услуг.



### *Библиографический список*

1. Liang X. An efficient Monte Carlo optimization algorithm for large-scale vehicle routing problems // *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. - 2016. - Vol. 64. - P. 1-15.
2. Jiang H., Gao S., Zhang S., Yang J. A Monte Carlo-based heuristic algorithm for the multi-trip vehicle routing problem with time windows // *Applied Soft Computing*. - 2017. - Vol. 56. - P. 605-616.
3. Jian Z., Xiao L., Fang C. A Monte Carlo method for capacitated vehicle routing problem with time windows // *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*. - 2018. - Vol. 35, No. 2. - P. 2251-2262.
4. Ribeiro L., Current J., Schimmelpfeng J., Copi C. A Monte Carlo approach to the capacitated vehicle routing problem // *International Transactions in Operational Research*. - 2005. - Vol. 12, No. 4. - P. 395-408.
5. Lum P.Y., Casazza G., Ha T. A Monte Carlo approach for optimizing the distribution of goods // *International Journal of Logistics: Research and Applications*. - 2012. - Vol. 15, No. 3. - P. 187-202.
6. Chaudhari S.S., Chaudhari K.R. An efficient Monte Carlo approach for solving the vehicle routing problem with pickup and delivery // *European Journal of Operational Research*. - 2018. - Vol. 269, No. 3. - P. 1107-1120.
7. Кузнецова, О. В. Применение метода Монте-Карло в задаче маршрутизации транспорта / О. В. Кузнецова, В. А. Кузнецов // *Транспортное дело России*. - 2015. - № 6. - С. 66-71.
8. Хакимова, Е. И. Моделирование системы управления логистическими процессами методом Монте-Карло / Е. И. Хакимова, З. К. Музафарова // *Вестник Волгоградского государственного технического университета*. - 2014. - № 3. - С. 56-62.
9. Шевцова, Е. А. Моделирование транспортной логистики предприятия методом Монте-Карло / Е. А. Шевцова, Е. А. Казанцева // *Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Серия «Транспортное строительство и дорожное хозяйство»*. - 2012. - № 1. - С. 97-100.

УДК 004.056.5

ТИМОФЕЕВ Е.Р., КАПРАНОВ С.Н.

### **АУТЕНТИФИКАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПО КОМПЛЕКСУ ПАРАМЕТРОВ КЛАВИАТУРНОГО ПОЧЕРКА**

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексева

Защита информации всегда была и будет одной из приоритетных задач в исследованиях по всему миру. От шифра Цезаря криптография дошла до ассиметричных алгоритмов, от сундуков с тяжелыми замками защита информации шагнула до биометрической аутентификации. Клавиатурный почерк как раз и является одним из биометрических параметров, связанным с особенностями поведения человека при наборе текстовой информации. Всем известные методы определения по отпечатку пальцев, форме лица, роговице глаза или голосу имеют несколько общих проблем: дороговизна оборудования, нарушение личного пространства и, как следствие - проблема разовой проверки, то есть пользователь после входа в систему может передать права пользования стороннему лицу. Этим недостаткам лишен клавиатурный почерк – активно развивающееся в последнее время направление в биометрии. Преимуществами данного подхода являются отсутствие необходимости в дополнительном оборудовании и ненавязчивость системы, т.к. пользователю не приходится совершать лишних действий.

Целью работы является создание программного продукта, способного на основе некоторых характеристик поведения пользователя при наборе текста на компьютере определять присутствие в системе посторонних [1]. К таким характеристикам относятся: количество печаток, время удержания клавиш, интервалы между нажатиями клавиш, число перекрытий между клавишами, скорость набора, громкость нажатия клавиш [2] и степень ритмичности при наборе. Если же брать в расчет еще и сенсорные устройства ввода, то к перечисленным выше характеристикам добавятся сила и область нажатия на экран. Алгоритм работы программы можно разбить на три этапа: сбор информации, обработка групп критериев и вывод решения на основе полученных результатов.

Большинство существующих решений в этой области базируются на обработке одной - двух характеристик и/или на непродолжительном вводе ограниченного набора символов, например, числовых  $n$ -разрядных паролей. Предлагаемая реализация включает в себя большинство перечисленных характеристик и основывается на считывании информации сессиями по 2-5 минут с последующей обработкой полученных данных. Такой подход позволит увеличить точность и снизить нагрузку на вычислительную систему за счет разграничения обработки задач и выбора частоты проведения проверок.

Для анализа полученных данных и последующей выдачи результата оценки существует несколько подходов: часть из них основана на методах машинного обучения, другая – на методах статистического исследования. По результатам анализа статей на эту тему было выявлено, что наиболее валидными являются первый подход и комбинация отдельных методов обеих групп, например, предварительный расчет параметров в евклидовом пространстве и их последующая обработка с помощью многослойного персептрона (MLP-NN). Благодаря тому, что представленная программа обрабатывает данные сессиями, приоритет был смещён в сторону качества, а не скорости выполнения; и позволяет обрабатывать параметры по отдельности разными алгоритмами, а не все сразу.

Таким образом, данный проект представляет наиболее точное и полное решение задачи аутентификации пользователя на всем протяжении его работы за компьютером.

### ***Библиографический список***

1. MdLiakat Ali, John V. Monaco, CharlesC. Tappert&MeikangQiu. Keystroke Biometric Systems for UserAuthentication // Journal of Signal Processing Systems: 1939-8018.
2. Joseph Roth, Xiaoming Liu, Arun Ross. Biometric Authentication via Keystroke Sound // Dimitris MetaxasDepartment of Computer ScienceRutgers University, Piscataway, NJ 08854

УДК 004.023

ФИЛАТОВА М.В., БАЛАШОВА Т.И.

### **ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Нахождение оптимального маршрута для перевозки как людей, так и грузов всегда остается актуальным вопросом, поскольку это позволяет снизить издержки и, как следствие, увеличить прибыль предприятия. Для того чтобы принимать оптимальные решения с максимальной скоростью требуется разработка новых алгоритмов, которые способны это самое быстрое действие обеспечить.

В работе приводится решение транспортной задачи, суть которой заключается в нахождении наиболее дешевого пути, который включает посещение всех клиентских пунктов и

возвращение в исходный пункт, при этом каждый из пунктов посещается не более одного раза [1].

В качестве способа решения выступает генетический алгоритм (ГА) [2] с применением модифицированных алгоритмов в операторах.

Математической моделью транспортной сети является неориентированный граф  $G = \{V, E\}$  без петель, множество  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$  вершин которого соответствует набору обслуживаемых клиентов, а каждому ребру множества  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$  соответствуют дороги, соединяющие пункты маршрута. Каждая вершина  $v_i, i = \overline{1, n}$  графа  $G$  соответствует некоторому клиенту,  $i = 1$  – исходный пункт, а ребра  $e_j, j = \overline{1, m}$  графа представляют дороги [3]. Имеется матрица  $D(i, j)$ , которая содержит в себе данные о стоимости транспортировки из пункта  $v_i$  в  $v_j$ , где  $i, j \in \overline{1, 2, \dots, n}$ .

Итоговая цель задачи - нахождение маршрута с наименьшей стоимостью.

Модификация операторов ГА заключается в следующем.

Оператор кроссинговера использует находящиеся в популяции решения для нахождения на их основе новых решений. При его работе на вход подается от двух хромосом, а на выходе получается какое-либо решение на их основе. При использовании его в отношении маршрутов мы получаем сокращение их количества.

Оператор мутации работает путем изменения получаемой на вход хромосомы. В данном случае осуществляется последовательная мутация маршрутов через перестановку пунктов назначений.

Процедура редукции осуществляет сокращение популяции до исходных размеров путем исключения из нее худших решений.

Процесс поиска решений прекращается после того, как в течение нескольких поколений не наблюдаются существенные изменения.

В процессе выполнения данной работы были модифицированы операторы ГА для получения наиболее эффективного решения транспортной задачи. При проведении моделирования с различным количеством клиентов получены удовлетворяющие условиям задачи результаты с оптимальной стоимостью транспортировки.

### ***Библиографический список***

1. **Курейчик, В.В.** Решение задач о коммивояжере методами эволюционного моделирования // Известия Южного федерального университета. Технические науки, 2003. – с. 94 – 102.
2. **Гладков, Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М.** Генетические алгоритмы // Под ред. В.М. Курейчика. – 2-е изд., исправл. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 368с.
3. **Алексеев, В.Е., Захарова Д.В.** ТЕОРИЯ ГРАФОВ: Учебное пособие. // – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. – 119 с.

УДК: 004.891

КАРПЫЧЕВ В.Ю., ШАМСУТДИНОВА Д.Р.

### **ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКТУАЛЬНЫХ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Задачей научного исследования является реализация экспертной системы в качестве обучающего компонента для нейронной сети определения актуальных угроз безопасности информации.

Экспертная система – программный комплекс, который применяется для получения, накопления, изменения знаний, предоставляемых из некоторой предметной области, для по-

лучения новых знаний, которые позволяют решать определенные неформализованные и слабоструктурированные задачи [1].

Определение актуальных угроз информационной безопасности осуществляется в соответствии с методическим документом, утвержденным Федеральной службой по техническому и экспортному контролю 5 февраля 2021 года, – «Методикой оценки угроз безопасности информации». Данный документ содержит набор определенных правил, позволяющих определить актуальные угрозы безопасности информации [2].

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что для реализации экспертной системы определения актуальных угроз подходит экспертная система на основе правил, также называемая продукционной экспертной системой.

Реализация экспертной системы определения актуальных угроз возможна двумя способами. Первый способ – использование оболочки экспертной системы. Она заполняется необходимыми правилами и позволяет создать необходимую экспертную систему, не прибегая к помощи специалистов в области программирования. Второй способ – создание экспертной системы «с нуля», то есть полная программная реализация, включающая в себя разработку дизайна, архитектуры и программного кода экспертной системы и всех ее правил.

Анализируя данные способы реализации экспертной системы и выделяя их достоинства и недостатки, было выбрано использование оболочки экспертной системы. Этот способ позволит качественнее выполнить поставленную задачу.

Был разработан алгоритм работы экспертной системы определения актуальных угроз информационной безопасности, представленный на рис. 1.



**Рис. 1. Алгоритм работы экспертной системы**

Экспертная система может работать в качестве обучающего компонента для нейронной сети. Правила, заложенные в экспертную систему, позволят нейронной сети анализировать и определять актуальные угрозы безопасности информации на их основе. Для данной цели подходят рекуррентные нейронные сети, использующие направленную последовательность связи между узлами, где каждое последующее действие опирается на результат предыдущего.

### ***Библиографический список***

1. Роберт И.В., Лавина Т.А. Толковый словарь терминов понятийного аппарата информатизации образования. — М. : ИИО РАО, 2009. — С. 29–30.
2. Методика оценки угроз безопасности информации [Текст] : Методический документ – Утв. 2021–02–05. – М. : ФСТЭК России, 83 с.

УДК 621.3.07

АБУЗЯРОВ Т. Х.

### **АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ СИЛОВЫМИ КЛЮЧАМИ СДВОЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ШАГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПРИ НИЗКИХ СКОРОСТЯХ ВРАЩЕНИЯ ВАЛА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Анализ характеристик современных полупроводниковых элементов, а также ряд имитационных исследований указывают на целесообразность расширения области применения многоуровневых преобразовательных систем в сторону их использования в электроприводах малой мощности и, в частности, в шаговом электроприводе. Так, в работах [1-2] исследуется целесообразность применения двойной инверторной системы, работающей в составе шагового электропривода, состоящей из двух соединенных последовательно мостовых преобразователей для каждой из фаз шагового двигателя (ШД). При этом звено постоянного тока (ЗПТ) одного из инверторов в цепи фазы ШД не соединено с источником питания. Эти «дополнительные» инверторы служат для поддержания циркуляции реактивной энергии между ШД и преобразовательной системой, напряжение их конденсаторов ЗПТ необходимо регулировать системой управления.

Показано, что при низких скоростях вращения вала указанное напряжение с точки зрения снижения размаха пульсаций выходного напряжения и снижения динамических потерь в преобразователе целесообразно удерживать в диапазоне от половины напряжения питания преобразовательной системы до его полной величины [2]. Величина задания напряжения конденсатора ЗПТ дополнительных инверторов рассчитывается алгоритмом управления инвертором в зависимости от параметров ШД, величины напряжения питания и текущей скорости вращения вала.

На работу алгоритма управления силовыми ключами при этом накладываются следующие ограничения:

– широтно-импульсную модуляцию (ШИМ) в целях снижения размаха пульсаций выходного напряжения предпочтительно осуществлять при помощи дополнительных инверторов (в этом случае коммутируемое напряжение минимально возможное);

– в целях достижения наименьшей возможной величины динамических потерь следует избегать одновременной ШИМ основного и дополнительного инвертора в фазе ШД.

Система управления генерирует два канала с массивом пилообразных несущих сигналов в каждом. При этом уровни, на которых происходит разворот этих несущих сигналов, зависят от текущего значения напряжения звена постоянного тока дополнительного инвертора соответствующей фазы. Для выбора наиболее подходящей в данный момент конфигурации состояния силовых ключей применяется таблица поиска.

Регулирование напряжения дополнительных преобразователей каскадных инверторов позволит снизить размах пульсаций выходного напряжения и динамические потери в преобразователе по сравнению с классическими мостовыми преобразователями для ШД.

### *Библиографический список*

1. **Abuzyarov T.** Algorithm of Field-Oriented Control of a Dual Inverter-Fed Stepper Drive with Use of the Lookup Table / T. Abuzyarov and A. Plekhov // 2021 3rd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA), 2021, pp. 1061-1065, doi: 10.1109/SUMMA53307.2021.9632025.
2. **Абузяров, Т.Х.** Уменьшение размаха пульсаций выходного напряжения двойной инверторной системы в составе шагового электропривода при низких скоростях вращения вала / Т. Х. Абузяров, А. С. Плехов, В. Г. Титов, И. В. Кольчик // Интеллектуальная электротехника. – 2023. – № 1(21). – С. 38-50. – DOI 10.46960/2658-6754\_2023\_1\_38. – EDN EFBTRA.

УДК 621.3.07

АШИН Н.Д., СОКОЛОВ В.В.

## ТРЕХФАЗНЫЙ АКТИВНЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При всех своих достоинствах однофазные и трёхфазные мостовые выпрямители, подключенные к емкостному фильтру для формирования звена постоянного тока, не могут обеспечить электромагнитную совместимость и коэффициент гармонических искажений, удовлетворяющий нормам ГОСТ, что является их весомым недостатком.

Для устранения данного недостатка необходимо использовать схемы активной коррекции коэффициента мощности. К таким схемам относятся однофазные и трёхфазные корректоры коэффициента мощности (ККМ). Небольшое количество управляемых транзисторных ключей – одно из главных преимуществ таких ККМ. Но они имеют существенный недостаток, а именно - невозможно регулировать фазы потребляемого тока относительно напряжения и как следствие отсутствие режима рекуперации энергии в сеть.

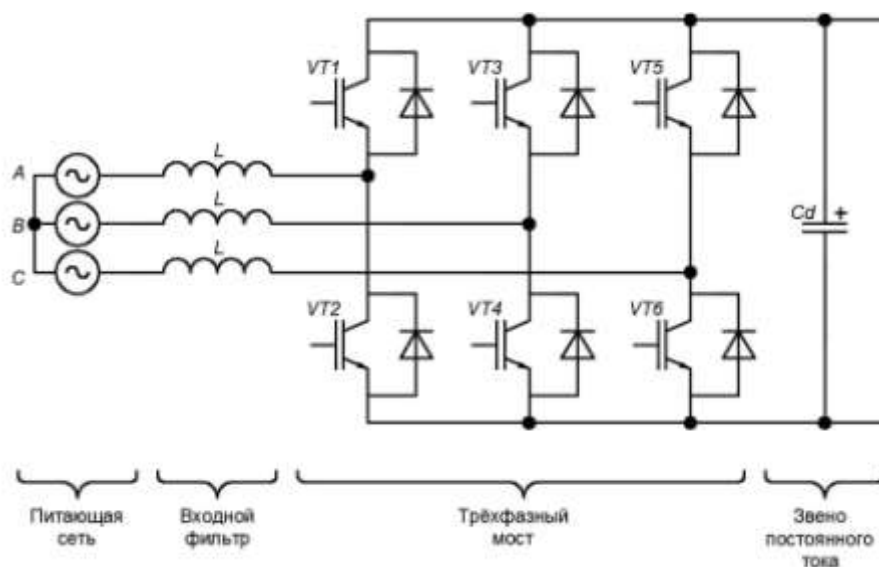


Рис. 1. Функциональная схема трехфазного активного выпрямителя

Внедрение активных выпрямителей позволяет устранить данный недостаток, поскольку данный преобразователь представляет собой обращенный инвертор и лишён недостатков схем однофазного и трёхфазного ККМ. Использование активного выпрямителя эффективно решает не только проблему электромагнитной совместимости частотно-регулируемых электроприводов с питающей сетью, но и задачи энергосбережения за счет рекуперации энергии торможения.

В докладе рассматриваются вопросы разработки имитационной модели и анализа электромагнитных процессов в трехфазном активном выпрямителе. Смоделированы процессы включения преобразователя и его работа в установившемся режиме. Выполнен спектральный анализ кривой потребляемого тока, а также определен коэффициент искажения при работе преобразователя, как на активную нагрузку, так и на против-ЭДС.

### ***Библиографический список***

1. **Мелешин, В.И.** Транзисторная преобразовательная техника / В.И. Мелешин. – М.: Техносфера, 2005. – 632 с.
2. **Герман-Галкин, С.Г.** Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink: Учебник / С.Г. Герман-Галкин. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 448 с. ил.

УДК 621.31

ГЛУШКОВ С.В., СОЛОВЬЕВ А.В., ФЕДОСЕНКО Ю.С.

## **О РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В УПРАВЛЕНИИ АКТИВНОСТЬЮ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕЧНОГО КРУИЗНОГО СУДНА**

Волжский государственный университет водного транспорта

В технологиях управления судовыми рабочими процессами все большее развитие и практическое использование находят специализированные сервисные и вспомогательные подсистемы, предназначенные для решения задач повышения качества управления с позиций концепции бережливого производства и снижения влияния человеческого фактора.

Одна из возможных моделей реализации такого подхода в докладе рассматривается в контексте судовой электроэнергетической системы речного круизного судна [1], отличающейся многообразием составляющих её компонентов.

Пусть электроэнергетическая система речного круизного судна состоит из  $n$  независимых компонентов  $K_1, K_2, \dots, K_n$ .

В качестве примеров таких компонентов для наглядности укажем подсистему кондиционирования помещений судна, подсистему освещения палуб судна, подсистему приготовления горячей пищи для пассажиров.

Состояние каждой компоненты  $K_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) описывается булевой переменной  $S_i$ , актуальное значение которой определяется в общем случае набором эксплуатационных обстоятельств  $G_j$  ( $j = \overline{1, m}$ ).

Таковыми, например, являются актуальная позиция расписания круизного рейса, текущее время, температура вне помещений судна. С определенной степенью идеализации можно считать, что каждое эксплуатационное обстоятельство также формализуется соответствующей булевой переменной  $g_j$ .

Все возможные комбинации эксплуатационных обстоятельств  $G_j$  ( $j = \overline{1, m}$ ) и отвечающие им целесообразные состояния  $S_i$  образуют набор сценариев активности компонентов  $K_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) электроэнергетической системы судна [1].

Детально проработанные с позиций концепции бережливого производства возможные сценарные состояния позволяют в автоматическом режиме реализовать эффективное управление электроэнергетической системой судна в процессе его следования по программе круизного рейса.

Реализация предложенной модели позволяет существенно снизить общее энергопотребление различными судовыми подсистемами без потери качества обитания пассажиров и экипажа при соблюдении достаточного уровня безопасности плавания. Численная реализация модели на примере речного пассажирского судна массового проекта показала снижение на 10% суточного энергопотребления по сравнению с данными, зафиксированными в бортовом эксплуатационном журнале.

---

**Соловьев А.В.** Концепция единого целеориентированного управления судовой энергетической установкой // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2017, Т. 9, №5. С. 1027-1039.

УДК621.3

КЕЧКИН А.О., ПЛЕХОВ А. С.

### **АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ЯКОРНОГО ЗЕМСНАРЯДА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для поддержания непрерывного контакта грунтозаборного устройства с разрабатываемым грунтом, позиционирования и осуществления необходимого напора в земснаряде проекта 4395 используются несколько папильонажных лебёдок. Задачу по одновременному управлению папильонажными лебёдками решает капитан землесосного судна – багермейстер. Работа багермейстера связана с постоянной концентрацией и требует быстрой реакции в различных рабочих ситуациях. Автоматическая система управления движением земснаряда позволяет снизить нагрузку на капитана судна, уменьшив количество одновременно контролируемых параметров до минимально необходимых.

Рассматриваемая система позволяет автоматизировать работу нескольких электроприводов лебёдок, не допуская аварийных ситуаций. При этом решаются следующие задачи:

- 1) контроль за провисанием тросов лебёдок в независимости от направления течения реки;
- 2) вычисление длины размотанного троса;
- 3) изменение скорости движения земснаряда в зависимости от плотности разрабатываемого грунта;
- 4) взаимодействие с системами верхнего уровня (картография и навигация);

Повышение уровня автоматизации земснаряда позволяет увеличить производительность по разрабатываемому грунту и уменьшить вероятность засора пульпопровода из-за превышения насыщения прокачиваемой смеси.

В докладе рассматривается структурная схема системы управления электроприводами лебёдок, диаграммы работы электроприводов лебёдок при движении судна, алгоритм расчёта



длины размотанного троса и комплекс мер по обеспечению взаимодействия с системами верхнего уровня.

В качестве объекта автоматизации рассматривается речной якорно-свайный земснаряд проекта 4395.

### *Библиографический список*

1. **Кориков А.М.** Основы теории управления: Учебное пособие. 2-е изд. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – 392 с.
2. **Бесекерский В.А., Попов Е.П.** Теория систем автоматического регулирования. – М.: Наука, 1975. – 27 с.
3. **Белов М.П.** Технические средства автоматизации и управления: учеб. пособие. – СПб.: СЗТУ, 2006. – 81 с.

УДК 681.5

КРАСНОКУТСКИЙ А.И., ФЕДОСОВА Л.О.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНТРОЛЯ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ЗДАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

В современном мире вопрос автоматизации стоит особенно остро, причем это проявляется почти во всех сферах жизни. Разумеется, предприятия заинтересованы в замене человека на производстве, что позволяет повысить его точность, объем выпускаемой продукции, и даже, в долгосрочной перспективе, удешевить. Но также автоматизация необходима и для работы в опасных условиях, на ответственных объектах, где требуется круглосуточный контроль множества параметров и управление огромной номенклатурой оборудования (на нефтеперерабатывающих заводах, атомных станциях). Во всех перечисленных ситуациях широко применяются ПЛК, навык работы с которыми очень востребован [1].

Целью работы было разработать систему автоматизированного управления вентиляцией, контроля состояния вентиляции, оборудования теплоснабжения и сейсмостойкости здания на основе ПЛК. Разработка велась в компании ООО «Синтек», одной из ведущих компаний в области разработки и внедрения АСУ и АСУТП. Компания специализируется на автоматизации технологических процессов в различных отраслях промышленности, в том числе на объектах трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов, нефтяной и газовой промышленности, химических, энергетических и других взрывопожароопасных и вредных производств и объектов (в отношении особо опасных, технически сложных и уникальных объектов капитального строительства) [2].

Компания, в которой выполнялся проект, состоит из множества отделов и филиалов во всей России, поэтому одним из важнейших критериев является единообразие и унификация всех реализуемых в стенах инжиниринговой компании проектов для обеспечения беспрепятственного доступа к данным проекта всех ответственных за него сотрудников и облегчения интеграции новых кадров. Учитывая это, первым этапом выполнения работы было изучение типовых решений, используемых в ООО «Синтек».

После анализа типовых решений, конструкторской документации и технического задания была создана программа для ПЛК в среде разработки CoDeSys на языке FBD (что было отдельным требованием заказчика). Также была произведена проверка и отладка разработанной программы: используя имитатор работы ПЛК и созданную в рамках проекта программу по визуализации работы проектируемой системы вентиляции, была проверена корректность работы каждого элемента по отдельности, исполнения программы логики их рабо-

ты в целом, симитированы аварийные ситуации и проверена правильность работы алгоритмов при возникновении таковых.

В ходе работы была разработана система автоматизированного управления вентиляцией, контроля состояния вентиляции, оборудования теплоснабжения и сейсмостойкости здания, которая в дальнейшем будет внедрена на объект.

### Библиографический список

1. Шельпяков А.Н. «Автоматизированное управление технологическими системами и процессами», учебное пособие, 2022 – 159 с.
2. Официальный сайт инженеринговой компании ООО «Синтек» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sintek-nn.ru>

УДК 621.3

ЛЕБЕДЕВ Д.В., АШИН Н.Д., ЧУГРОВ А.А, СОКОЛОВ В.В.

## ОДНОФАЗНЫЙ АКТИВНЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время для повышения электромагнитной совместимости современных частотно-регулируемых электроприводов и импульсных источников питания стали применяться схемы активных корректоров коэффициента мощности. В схемах, питающихся от однофазной сети, часто на входе устанавливается простейшая схема активной коррекции на основе повышающего широтно-импульсного преобразователя. Её преимуществами являются простота, малое количество управляемых полупроводниковых приборов, улучшение  $\cos\varphi$  практически до 1. Однако есть и существенный недостаток – невозможность регулирования фазы потребляемого тока относительно напряжения и, как следствие, отсутствие режима рекуперации энергии обратно в питающую сеть. А это очень важно при наличии в нагрузке источника напряжения, например, как в случае с электроприводами.

Для устранения этого недостатка можно применить схему однофазного активного выпрямителя. Схемотехнически её силовая часть может быть реализована как несимметричная мостовая, полная мостовая или полумостовая схемы. На рисунке представлена полная мостовая схема однофазного активного выпрямителя.

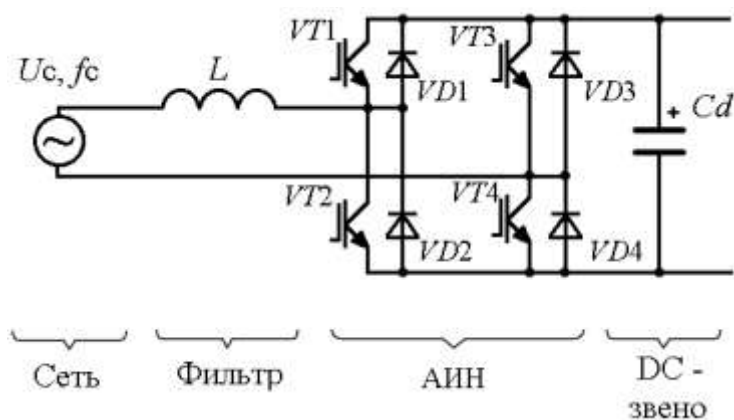


Рисунок. 1. Схема однофазного активного выпрямителя

Для анализа режимов работы однофазного активного выпрямителя с двухполярной и однополярной широтно-импульсной модуляцией разработаны имитационные модели с использованием двух программных сред: MATLAB и MicroCAP. Всесторонний анализ резуль-

татов имитационного моделирования позволил перейти к следующим этапам исследования – разработке макета и экспериментальным исследованиям.

В докладе рассматриваются вопросы разработки имитационных моделей, анализа электромагнитных процессов и энергетических характеристик, разработки макетного образца однофазного активного выпрямителя.

### ***Библиографический список***

1. **Ваняев, В.В.** Преобразовательная техника: учеб. пособие /В.В. Ваняев. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2020. – 135 с.
2. **Мелешин, В.И.** Транзисторная преобразовательная техника / В.И. Мелешин. – М.: Техносфера, 2005. – 632 с.
3. **Герман-Галкин, С.Г.** Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink: Учебник / С.Г. Герман-Галкин. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 448 с. ил.

УДК 621.3: 519.8

САВЧУК В.С., ПЛЕХОВ А.С.

## **СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ В СВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА СВАРНОГО ШВА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Сварочное производство получило широкое распространение во многих отраслях промышленности, таких как: автомобиле-, самолето-, суда-, ракето- и станкостроение, а также в строительстве и оборудовании: подъемно- транспортное, котельное, газовое, нефтегазодобывающее, металлургическое, горнодобывающее, для транспортировки опасных грузов, строительные конструкции, конструкции стальных мостов и оборудование химических, нефтехимических, нефтеперерабатывающих и взрывопожароопасных производств [1].

Полуавтоматическая сварка *MIG*, *MAG*, *TIG* (сокращенно от *MIG* - *Metal Inert Gas*, дуговая сварка в защитной среде инертного газа; *MAG* - *Metal Active Gas*, дуговая сварка в защитной среде активного газа; *TIG* - *Tungsten Inert Gas*, сварка в среде инертного газа неплавящимся электродом), является основной технологией при производстве трубопроводов, эстакад и других опасных производственных объектов, перечисленных выше, тесно связанных со строительной отраслью нашей страны [2].

Процесс сварки, который имеет наибольшие шансы на развитие, называется *STT*-процессом (сокращение от английского термина "*Surface Tension Transfer*" – перенос за счёт сил поверхностного натяжения), разработанный компанией из США «*Lincoln Electric*». Сущность этого процесса заключается в том, что перенос массы расплавленного металла осуществляется путем не самопроизвольно сформированных импульсов, а путем принудительного создания коротких замыканий под управлением тока и напряжения дуги.

В данном докладе планируется показать современные решения в сварочной отрасли и поэтапно их разобрать, а также представить свое мнение и предложения по ним.

Будут представлены математические и имитационные модели источника питания и температурных режимов работы сварочного аппарата.

Принципиальная схема аппарата включает полный блок сварочной установки, в том числе источника питания, в составе которой уже силовая схема, схема управления, а также схема автоматизации процесса. Она же была проверена в лабораторных испытаниях.

С учетом результатов моделирования будет показано исследование на теплотворную способность электрической дуги при предлагаемом решении проблемы автоматизации, пред-

ставлено комплексное уравнение для учета ключевых факторов при происходящем процессе сварки.

Будут представлены натуральные результаты в виде фотографий результатов работы лабораторной установки по заявленным решениям в сварочном производстве.

### *Библиографический список*

1. **Липпольд Д.** Металлургия сварки и свариваемость нержавеющей сталей: [пер. с англ.]/ Д. Липпольд, Д. Кодеки; под ред. Н.А. Соснина, А. М. Левченко. - СПб.: Изд-во Политехник. Ун-та, 2011. -467 с
2. **Решанов В.А.** Практика разработки технологии сварки плавлением при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции крупногабаритных стальных конструкций/ В. А. Решанов. – СПб.: Любавич, 2018. – 204 с., ил.

УДК 621.365

СБИТНЕВ Н.А. ПЛЕХОВ А.С.

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Одной из наиболее актуальных отраслей, требующих разработки новых методов диагностики электрооборудования, является электроприводная техника. По различным оценкам, электроприводная техника потребляет от 50 до 70% от общего количества потребляемой электроэнергии промышленными предприятиями. Выход из строя электродвигателя может привести к остановке производства и экономическим потерям, а в некоторых случаях еще и к травмам, несчастным случаям и чрезвычайным ситуациям.

Анализ статистики неисправностей электрических машин показал, что одной из наиболее частых причин отказа является неисправность подшипников качения. По оценкам ряда исследований [1-2], от 40 до 70% отказов электропривода связаны с неисправностями подшипников. Износ подшипников может быть вызван самыми разнообразными причинами и анализ состояния в процессе эксплуатации с использованием классических методов диагностики не позволяет выявлять неисправность на том этапе, когда кратковременная остановка электропривода и проведение обслуживания (например, замена масла) способны заметно продлить срок жизни подшипника. Многие из существующих интеллектуальных методов диагностики неисправностей на основе данных с трудом адаптируются к различным условиям работы (различные нагрузки на двигатель, различные скорости вращения вала или различное количество шума окружающей среды) [3]. Отчасти это связано с тем, что характеристики, извлеченные в одной области, не всегда переносятся в другую область. В решении этой проблемы может помочь сбор больших данных и построение системы диагностики с использованием подходов глубокого обучения. Одним из наиболее значительных преимуществ применения подходов глубокого обучения является их способность к сквозному обучению без необходимости сложных этапов разработки признаков. Способность алгоритмов глубокого обучения автоматически извлекать интересующую информацию из исходных данных не только помогает обеспечить надежное принятие решений, но и делает их использование более целесообразным во многих областях [3].

В докладе обсуждается алгоритм оценки эффективности применения искусственных нейронных сетей на примере подшипников качения в электроприводах, приведены результа-

ты анализа и обоснование применения подходов глубокого обучения в методах диагностики электротехнических систем.

### *Библиографический список*

1. Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/464536> – A survey of faults on induction motors in offshore oil industry, petrochemical industry, gas terminals, and oil refineries [Электронный ресурс]: IEEE [дата обращения 18.04.23].
2. Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4432942> Increased Efficiency Versus Increased Reliability [Электронный ресурс]: IEEE [дата обращения 18.04.23].
3. Режим доступа: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/18/5112> – A Novel Deep Learning Model for the Detection and Identification of Rolling Element-Bearing Faults [Электронный ресурс]: MDPI [дата обращения: 20.01.23].
4. Режим доступа: <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/21/7855> – Early Detection of Faults in Induction Motors—A Review [Электронный ресурс]: MDPI [дата обращения: 12.11.22].

УДК 621.314.571

СЕРОВ А.В., ТИТОВ В.Г., ОХОТНИКОВ М.Н., АНДРЮХИН М.В.

### **ДРАЙВЕР УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕРТОРОМ НА N-КАНАЛЬНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

АО «Федеральный научно-производственный центр «Нижегородский научно-исследовательский институт радиотехники»

Драйвер – это устройство сопряжения микроконтроллера с затвором силового транзистора, то есть формирователь сигнала управления в функции логического сигнала. Поэтому для управления силовыми ключами инвертора ключевую роль играет корректно разработанный драйвер управления затвором. Новизна работы заключается в разработке драйвера на аналоговых компонентах, поскольку в настоящее время большая трудность заключается с изготовлением цифровых законченных устройств, а также ограничением отечественной элементной базы. К тому же у них наблюдается высокая частота выхода из строя при тяжелых условиях эксплуатации. Целью работы является оценить время задержки переключения ключей в данной реализации исполнения драйвера [1].

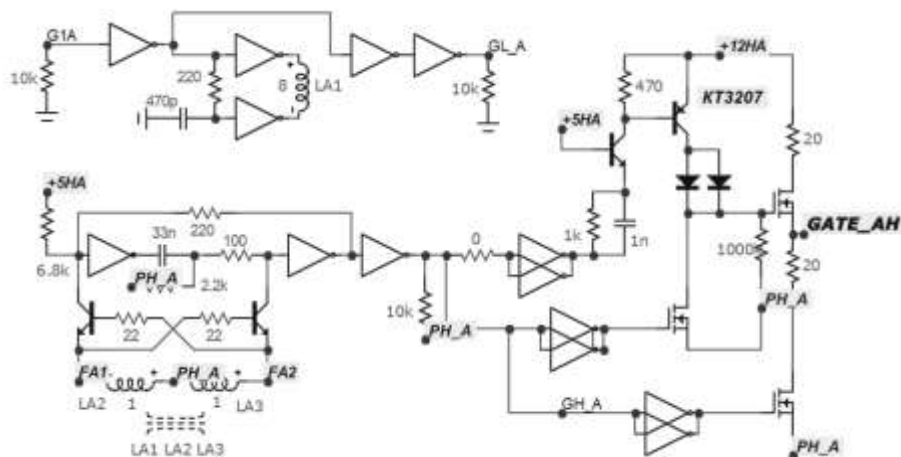
Устройство управления силовым ключом показано на рис. 1. Стоит заметить, что драйвер верхнего и нижнего ключа построены по одному принципу. Он реализован с гальванической развязкой. Несмотря на то, что схема низковольтная, т.е. уровень напряжения составляет всего 27 вольт, данное решение было принято из соображений повышенной надежности и помехоустойчивости к устройству. Импульсы с генератора сигналов приходят через инвертирующие усилители на первичную обмотку трансформатора. Формируется данным способом фронт и спад сигнала управления. Вторичная обмотка разделена на 2 равные части для исключения синфазной помехи, возникающими из-за наличия паразитных емкостей на линии [2]. Далее сигнал с первичной обмотки трансформатора с нужным коэффициентом трансформации поступает на выпрямитель, построенный на транзисторах. В данной схеме он выступает демодулятором сигнала. Двумя инвертирующими усилителями с обратной связью реализована схема памяти фронтов импульсов, поступающих с демодулятора. Для ограничения тока в данной цепи применен резистор номиналом 100 Ом.

RC-цепочкой задаем мертвое время переключения. В данном случае

$$\tau = R \times C = 2200 \times 33 \times 10^{-9} = 72,6 \text{ мс}$$

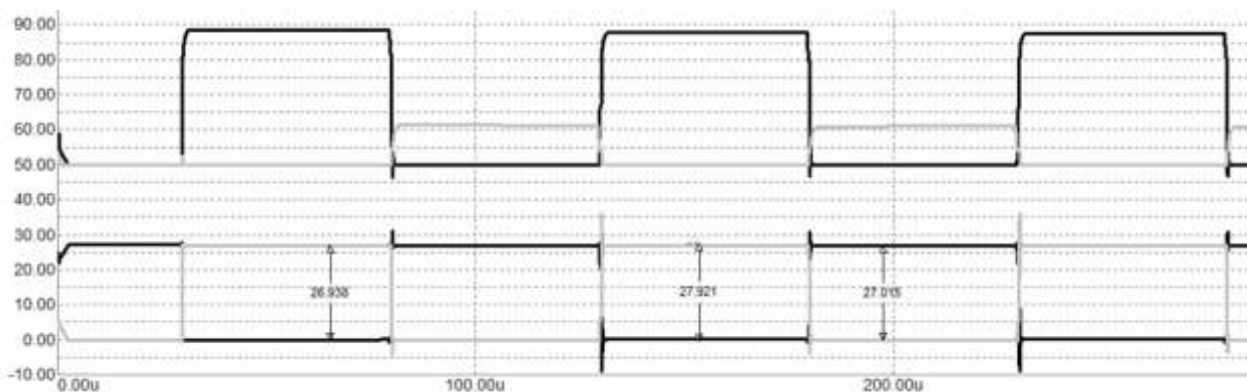
В сравнении с готовыми драйверами управления, например, выпускаемых фирмой International Rectifier или Hewlett Packard данное время получилось выше. В дальнейшем планируется снизить емкость для проведения анализа работоспособности устройства и вывода к характеристикам ведущих производителей.

Со схемы памяти через инвертирующие повторители подаем сигнал на полевые транзисторы в цепи управления.



**Рис. 1. Драйвер управления затвором силовым ключом**

Теперь выведем осциллограмму переключения ключей силовых транзисторов, представленную на рис. 2. Внизу показаны осциллограммы переключения ключей. Видим, что напряжение на них постоянно и равняется заданному напряжению 27 вольт. Сверху приведены осциллограммы напряжения на затворах верхнего и нижнего ключа. Чтобы открыть верхний ключ силового MOSFET ключа инвертора с N каналом, необходимо создать напряжение на затворе большее, чем напряжение питания. Видно, что напряжение достигает 38 вольт при напряжении питания 27 вольт (осциллограмма приподнята на 50 единиц для наглядной демонстрации импульсов на затворе при работающих силовых ключах).



**Рис. 2. Осциллограммы переключения силовых ключей и напряжения на затворах транзисторах**

В результате была создана имитационная модель одной стойки инвертора с драйверами, построенными на аналоговых компонентах. Время задержки составило 72,6 мс. В дальнейшем планируется рассмотреть сравнительная характеристика схем с гальванической развязкой и без нее, а также реализация данной модели на физической установке и апробация в реальном устройстве для управления частотно-регулируемым электроприводом.

1. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. Москва: Техносфера, 2005, 632 с.
2. Ваняев В.В. Преобразовательная техника: учеб. пособие / В.В. Ваняев; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е.Алексеева. – Нижний Новгород, 2020. – 135 с.

УДК 621.31

СКУЗОВАТКИН Ю.М., ТИТОВ Д.Ю.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ШАХТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ ЛЕБЕДКИ С АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Подъемные установки шахт и рудников — наиболее сложные и ответственные объекты в общей технологической цепи транспортирования полезного ископаемого из забоя на поверхность. В большинстве случаев подъемная установка является единственным звеном, связывающим горные работы с поверхностью. Основными решениями для шахтных подъёмных машин являются частотно-регулируемые синхронные и асинхронные электроприводы [1].

В настоящее время существует множество различных систем управления электроприводами шахтной подъемной лебедки. В основном данные системы управления основаны на релейной аппаратной части. Авторами была разработана автоматизированная система управления электроприводом на базе программируемого логического контроллера (ПЛК). ПЛК, по сравнению с релейной аппаратной частью, имеет ряд преимуществ:

- низкие капитальные затраты, так один программируемый контроллер заменяет несколько (иногда десятки) традиционных реле и при этом имеет более низкую стоимость монтажа;
- высокую надёжность, так как, с одной стороны, снижается количество элементов электроавтоматики, а с другой - ПЛК имеет встроенную систему диагностики;
- низкие расходы при введении в эксплуатацию, так как возможна многоразовая корректировка алгоритмов управления;
- возможность модернизации и расширения функциональных возможностей в случае добавления новых устройств.

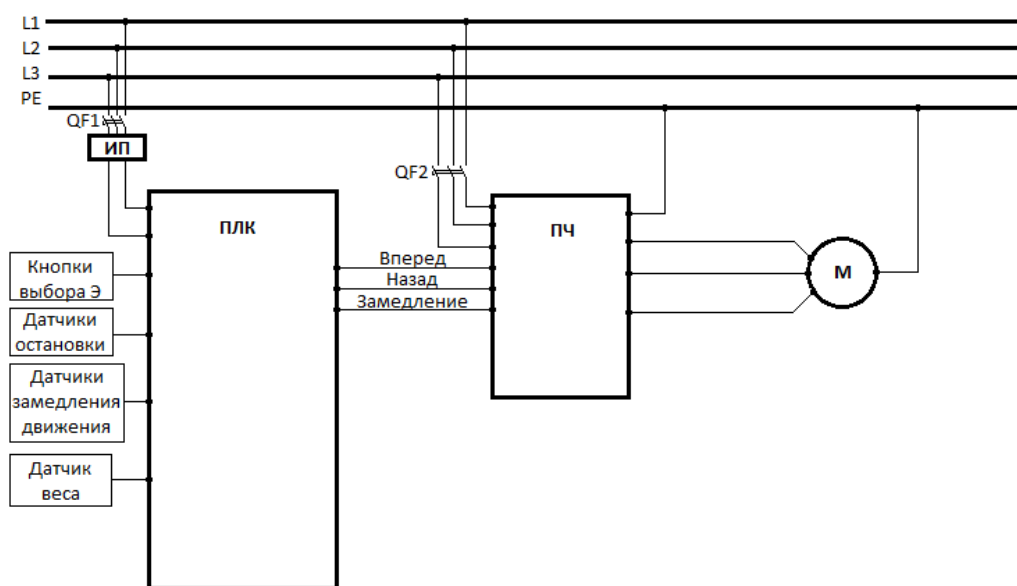


Рис. 1. Принципиальная схема электропривода шахтной подъемной лебедки

На рис. 1 показана принципиальная схема электропривода шахтной подъемной лебедки, содержащая преобразователь частоты (ПЧ), датчики замедления и остановки кабины, датчик веса, кнопки выбора этажа и управляющее устройство на базе ПЛК.

**Абрамов Б.И.** Электропривод современных шахтных подъемных машин / Б.И. Абрамов, А.Г. Иванов, В.А. Шиленков, И.К. Кузьмин, Ю.В. Шевырев // Горный информационно-аналитический бюллетень, № 5-2, 2022, с. 145-162.

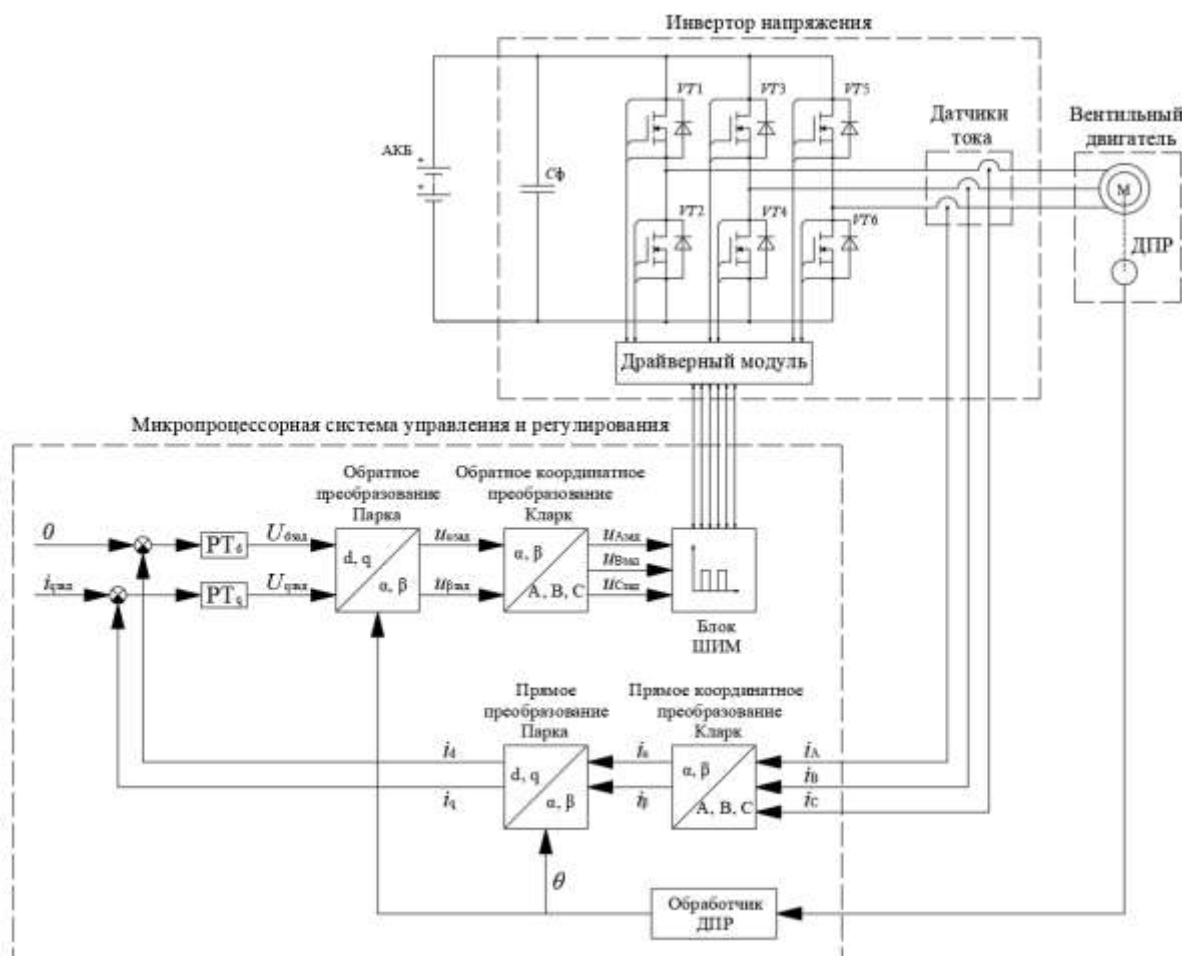
УДК 621.337.41

СМИРНОВ С.А., СМИРНОВА А.В., СОКОЛОВ В.В.

### ТЯГОВЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД НА БАЗЕ ВЕНТИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ С МИКРОПРОЦЕССОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В последние годы вентильные электроприводы на базе синхронных двигателей с возбуждением от постоянных магнитов получили широкое применение в различных областях промышленности, особенно в тех, где преобладал двигатель постоянного тока.



**Рис. 1. Функциональная схема вентильного электропривода с алгоритмом векторного управления**



На сегодняшний день векторное управление является самым эффективным алгоритмом работы для вентильного двигателя. Благодаря применению данного алгоритма можно получить высокое значение момента и частоты вращения двигателя, а также обеспечить максимально широкий диапазон регулирования.

Но для реализации векторного управления необходимо использовать достаточно мощную микропроцессорную систему, с большим количеством элементов, что в целом снижает надежность всей системы и увеличивает её стоимость.

На рисунке представлена система управления, реализующая алгоритм векторного управления вентильным двигателем.

Данный электропривод включает в себя: мотор колесо мощностью 500 Вт с дискретным датчиком положения ротора, микропроцессорную систему управления и регулирования на базе микроконтроллера *STM32*, инвертор напряжения, питающийся от аккумуляторной батареи, измерительную плату, состоящую из 3 датчиков тока.

Для определения угла поворота ротора чаще всего используют непрерывный ДПР. В качестве, которого может быть использован энкодер или резольвер. Но во многих дешевых двигателях, в том числе и используемом в данной работе, устанавливается дискретный ДПР. Данный датчик выдаёт только 6 положений угла поворота ротора с шагом в 60 эл. градусов. Но используя программную обработку сигнала с дискретного ДПР, при практически неизменной скорости, можно получить экстраполированный сигнал, с помощью которого также можно определить угловое положение ротора.

С этой целью была разработана имитационная модель, реализующая алгоритм векторного управления, выполненная в ПО *Matlab/Simulink*. Данная модель позволяет рассмотреть переходные процессы работы электропривода при работе в данном режиме, а также позволяет упростить разработку программы управления для микроконтроллера *STM32*. Работоспособность векторной системы регулирования с дискретным датчиком ротора проверена на разработанной имитационной модели.

### ***Библиографический список***

1. **Аракелян А.К.** Вентильные электрические машины в системах регулируемых электроприводов. Учебное пособие для вузов. В 2 т. Т.1/ А.К. Аракелян, А.А. Афанасьев. – М.: Высш.шк., 2006. -546 с.
2. **Калачев Ю.Н.** Векторное регулирование (заметки практика) / Ю.Н. Калачев — М.: Издательский дом МЭИ, 2013. — 72. с.: ил.

УДК 621.3.07

СМИРНОВА А.В., СМIRНОВ С.А., СОКОЛОВ В.В.

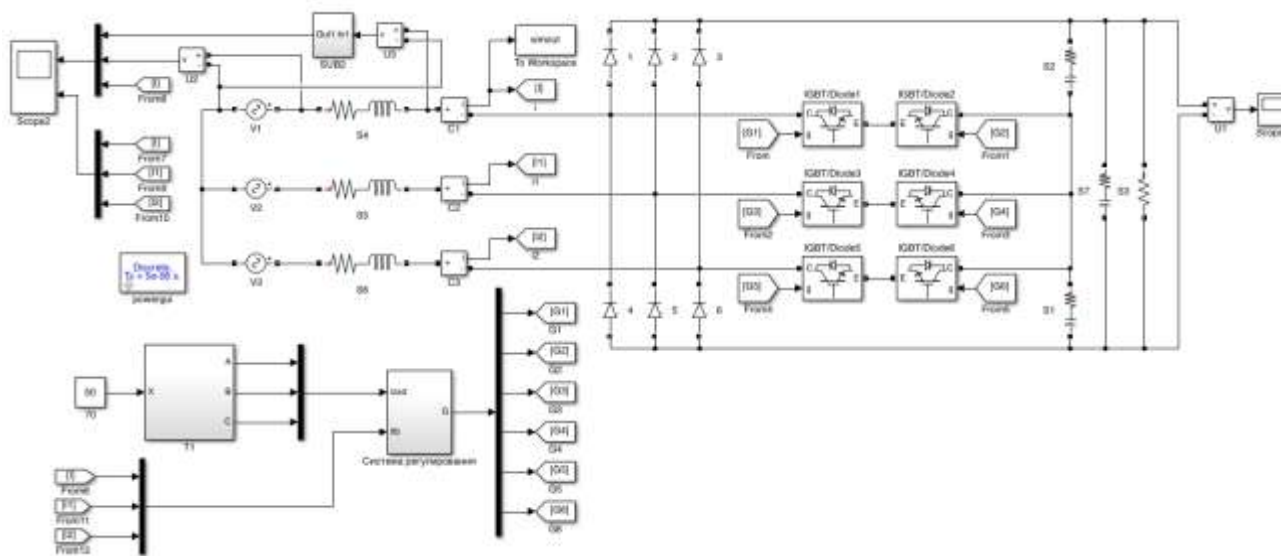
## **ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭНЕРГИИ С УЛУЧШЕННОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТЬЮ С ПИТАЮЩЕЙ СЕТЬЮ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В связи с развитием промышленного комплекса, освоением новых технологий, увеличением объема добычи и переработки природных ресурсов наблюдается повсеместное использование регулируемого электропривода и различных типов преобразователей электрической энергии, а также устойчивая тенденция роста их установленной мощности. По этим причинам, особо остро встают вопросы электромагнитной совместимости нагрузки с питающей сетью и обеспечения требуемого качества преобразуемой электроэнергии. Большая

часть современных потребителей электроэнергии с точки зрения питающей сети являются нелинейными нагрузками, что приводит к искажению формы потребляемого из сети тока.

Для улучшения электромагнитной совместимости с питающей сетью в данной работе рассматривается имитационная модель трехфазного преобразователя «Виенна», которая представлена на рисунке далее. Система управления реализует асинхронный алгоритм управления транзисторами трехфазного преобразователя «Виенна».



**Рис. 1. Модель трехфазного ККМ по схеме «Виенна»**

Трехфазный корректор коэффициента мощности по схеме «Виенна» имеет следующие достоинства:

- минимальное количество транзисторов и элементов их обвязки;
- в отличие от схемы трехфазного мостового преобразователя нет опасности протекания сквозных токов в стойке и соответственно нет необходимости формирования «мертвого времени»;
- при включении транзистора к дросселю прикладывается всегда фазное напряжение;
- к силовым транзисторам прикладывается только половина напряжения ЗПТ, из-за наличия нулевой точки конденсаторов.
- такая схема может продолжить работу в случае выхода из строя силовых транзисторов как обычный выпрямитель, а в случае выхода одного или двух транзисторов в уцелевших фазах продолжит формироваться синусоидальная кривая тока.

В тезисах рассматриваются вопросы разработки имитационной модели и анализа электромагнитных процессов в трехфазном преобразователе Виенна. Смоделированы процессы включения преобразователя и его работа в установившемся режиме. Выполнен спектральный анализ кривой потребляемого тока, а также определен коэффициент искажения при работе преобразователя на активно-емкостную нагрузку.

### ***Библиографический список***

1. **Ваняев В.В.** Преобразовательная техника: учеб. пособие /В.В. Ваняев. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2020. – 135 с.
2. **Филипенков И. В.** Корректор коэффициента мощности. Молодой ученый 2017, 90,87.
3. **Герман-Галкин С.Г.** Школа MATLAB.// Силовая электроника, 2011, No 4.

**ПАРАМЕТРИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ В СРЕДЕ COMBIVIS**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современных условиях можно считать нормой использование плавного регулирования электропривода. При этом все чаще используют частотно-регулируемый электропривод (ЧРЭП), реализуемый на основе частотного преобразователя (ПЧ) и электрической машины переменного. Для современных систем ЧРЭП разработаны специальные электрические машины.

Однако когда проходит модернизация производства, двигатели общепромышленной серии, работающие на базовой частоте сети, не заменяются на новые. Для того, чтобы с большей эффективностью использовать все преимущества ЧРЭП, а также обеспечить хорошие динамические свойства систем ЭП необходимо ответственно подходить к процедуре выбора параметров ПЧ. При этом параметры электропривода заведомо жестко определяются конструкцией двигателя.

В качестве примера преобразователя частоты рассмотрим ПЧ немецкой фирмы КЕВ общего назначения базовой серии F4-C.[3]

Параметрирование ПЧ КЕВ можно выполнить в ручном режиме с пульта оператора. Однако, это неэффективно. Применения пульта оправдано при отсутствии рядом компьютера и специализированного программного обеспечения (ПО). Фирмой КЕВ разработана специализированная программная среда COMBIVIS[2], позволяющая быстро настроить ПЧ. Параметрирование ПЧ осуществляется с учетом особенностей технологического процесса и исполнительного механизма. При этом особое внимание уделяют динамическим свойствам регулируемого электропривода.

COMBIVIS представляет собой наборы определенных параметров, которые объединены в группы: параметры выполнения, операционные параметры, защитные параметры, параметры привода, свободно программируемые параметры, управление входами и выходами, параметры цифровых выходов и входов, информационные параметры. Обязательными параметрами привода являются такие параметры как номинальный ток, номинальные обороты и напряжение. В параметрах защиты задается ток перегрузки для защиты от перегрева и параметры баланса напряжения и частоты. Для эффективного управления назначаются функции значения цифровым входам и выходам. При этом в зависимости от модели ПЧ можно задать до 3 различных фиксированных частот, что в ряде случаев достаточно для регулирования скорости исполнительного механизма. Эти настройки можно перенести на другие однотипные ПЧ, загружая панель оператора заранее сформировав наборы параметров.

В результате, используя ПО, настроенный преобразователь частоты можно подключить к сети и получать данные и управлять по сети ModBus, сетевому протоколу для промышленного использования. На эту тему в данный момент проводится исследование возможности дистанционного управления преобразователем частоты средствами современных SKAD систем.

***Библиографический список***

1. Информация с сайта Сервотехника, [http://www.keb-privod.ru/images/stories/upl/prod/po/Combivis\\_5.6/Combivis\\_5\\_metodika\\_ustanovki.pdf](http://www.keb-privod.ru/images/stories/upl/prod/po/Combivis_5.6/Combivis_5_metodika_ustanovki.pdf) (дата обращения 26.04.23)
2. Информация с сайта Сервотехника, <https://www.servotechnica.spb.ru/library/KEB/SOFT/> (дата обращения 26.04.23)

3. Информация с сайта Сервотехника, <https://www.servotechnica.spb.ru/keb/> (дата обращения 27.06.23)

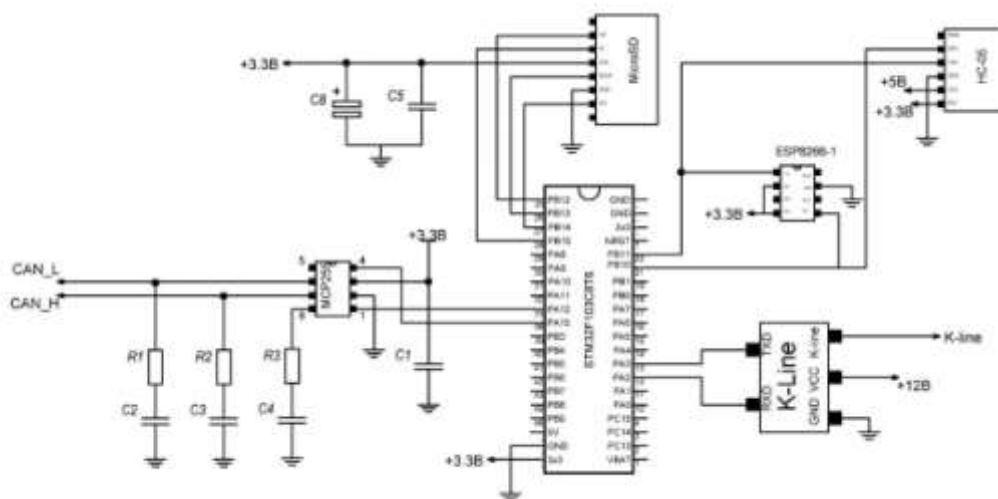
УДК 621.31

СУТЯГИН П.И., ТИТОВ Д.Ю.,

## РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Технологическое совершенствование систем и механизмов транспортных средств приводит усложнению электронных систем управления и диагностики [1]. Архитектура электронных систем автомобиля усложняется из-за внедрения в устройство автомобиля новых исполнительных механизмов и датчиков, требующих собственных систем управления. Одним из трендов развития электронной архитектуры автомобиля является интегрирование в бортовую сеть дистанционной диагностики электронных систем автомобиля [2].



**Рис. 1.** Схема устройства для диагностики на базе микроконтроллера STM32F103C8T6

На рис. 1 представлена схема устройства для диагностики на базе микроконтроллера STM32F103C8T6. Устройство обеспечивает подключение к CAN шине и K-Line. Для удаленной диагностики используются модули WI-FI и Bluetooth. Так же для хранения информации, собранной устройством, предусмотрен microSD разъем.

Применение разработанной дистанционной системы диагностики технического состояния автомобиля позволяет оперативно оценивать техническое состояние в целом, тем самым снизить трудовые и материальные затраты на проведение внепланового технического обслуживания и ремонта автомобилей.

### *Библиографический список*

1. **Кобзев А. А.** Бортовые сети транспортных средств: учеб. пособие / А. А. Кобзев, Ю. Е. Мишулин, В. А. Немонтов, А. О. Веселов. — Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2019. – 219 с.
2. **Смирнов Ю. А.** Автомобильная электроника и электрооборудование. Диагностика: учебное пособие для вузов / Ю. А. Смирнов, В. А. Детистов. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 324 с.

## АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ В ТИРИСТОРНОМ ВОЗБУДИТЕЛЕ ТЕ8-320 С ПРИМЕНЕНИЕМ ПО MicroCapV9

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева.

Для углубленного понимания физики протекающих процессов в преобразовательной технике часто применяется математическое и имитационное моделирование. В докладе приводятся результаты разработки имитационной модели тиристорного возбудителя ТЕ8-320. Эти тиристорные преобразователи до сих пор широко используются в системах мощного электропривода сетевых насосов с высоковольтными синхронными двигателями.

На рисунке приведена схема одного канала многоканальной синхронной СИФУ с пилообразным опорным напряжением и вертикальным принципом управления. СИФУ канала построена на дискретных транзисторах.

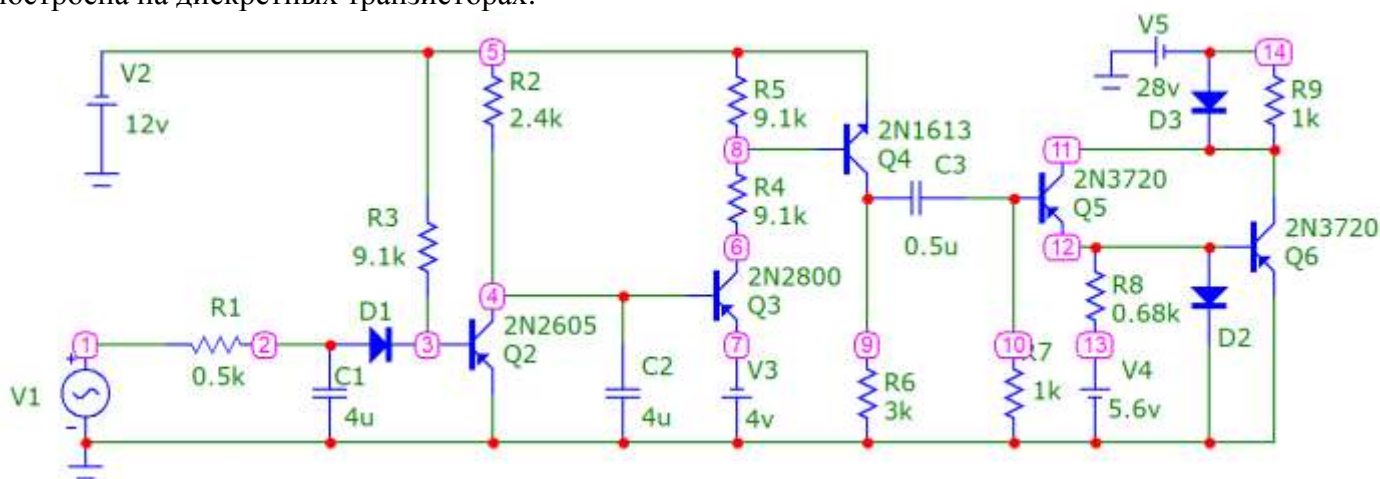


Рис. 1. Схема одного канала СИФУ

В качестве опорного пилообразного напряжения использован начальный участок заряда конденсатора - экспонента. Начало пилообразного напряжения синхронизировано (совпадает) с точкой естественной коммутации. Амплитуда опорного пилообразного напряжения настраивается с помощью потенциометра R2 на уровне 8 В. При управляющих сигналах (0-4) В имеет место выпрямительный режим, при сигналах (4-8) В – инверторный.

Моделирование в ПО Micro-Cap производится с учётом реальных параметров элементов включенных в схему имитационной модели, что позволяет проанализировать их влияние на работу схемы. Так, из анализа осциллограмм сигналов видно, что формирование управляющих импульсов происходит не при равенстве, а при небольшом превышении пилообразного напряжения на 1 В над сигналом управления, поэтому выпрямительный режим имеет место при управляющем сигнале (0-3) В, а инверторный – при (3-6) В (учтен запас на выключение тиристоров для исключения режима опрокидывания инвертора).

При моделировании силовой части преобразователя были проанализированы перенапряжения при выключении тиристоров и подобраны параметры защитных RC цепочек, практически полностью исключающие перенапряжения.

### Библиографический список

1. Амелина М.А., Амелин С.А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10. – Смоленск, Смоленский филиал НИУ МЭИ, 2013. – 618 с., ил.

2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Возбудитель ТЕ8-320-5. ОВХ.463.122 ТО. СССР Москва.

УДК 621.3

ХРАМОВ А. Е., ДАРЬЕНКОВ А. Б., БЕРДНИКОВ И. Е.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ДИЗЕЛЬ – ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ПЕРЕМЕННОЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева.

Дизель-генераторные установки (ДГУ) находят широкое применение в изолированных регионах, которые не присоединены к централизованной электрической сети, поскольку они обладают высокой надёжностью, способны длительно работать без технического обслуживания.

Для снижения потребления топлива и увеличения моторесурса дизельного двигателя, ДГУ должна иметь переменную частоту вращения вала, которая изменяется в зависимости от мощности потребляемой нагрузки [1-3]. В настоящее время в России отсутствует серийное производство ДГУ такого типа. Недостаточно изучены и исследованы динамические режимы работы силовых преобразовательных полупроводниковых структур.

Сотрудниками института ИНЭЛ был создан исследовательский стенд ДГУ с переменной частотой вращения для разработки и апробации различных способов управления. В данном стенде применён многообмоточный синхронный генератор (СГ). Коммутатор, установленный на выходе СГ, переключает его обмотки в зависимости от частоты вращения ДГУ [4]. В качестве имитатора дизельного двигателя используется система «преобразователь частоты - асинхронный электродвигатель (АД) с короткозамкнутым ротором». При уменьшении частоты вращения АД, коммутатор подключает к выходному преобразовательному каналу ДГУ обмотки с большим числом витков, при этом выходное напряжение СГ не изменяется.

На данный момент на экспериментальном стенде опробован алгоритм управления, который обеспечивает сокращение времени поиска оптимальной частоты вращения вала ДГУ, что даёт дополнительную экономию топлива [5].

### *Библиографический список*

1. **Barbosa R.** Variable speed diesel electric generators: Technologies, benefits, limitations, impact on greenhouse gases emissions and fuel efficiency / R. Barbosa, M. Issa, S. Silva, A. Pinca // Journal of Energy and Power Technology, vol. 4, no. 1, pp. 1015-1033, 2022.
2. **Дарьенков А. Б.** Оценка средней за период эксплуатации дизель-генераторной установки переменной частоты вращения стоимости вырабатываемой электроэнергии / А. Б. Дарьенков, О. С. Хватов // Интеллектуальная электроэнергетика, № 2 (10), с. 29-42, 2020.
3. **Mobarra M.** A Variable Speed Diesel Generators: Performance and Characteristic Comparison / M. Mobarra, M. Rezkallah, A. Pinca // Energies, vol. 15 (592), 31 p., 2022.
4. **Дарьенков А. Б., Слuzов А. П., Бердников И. Е.** Автономная электростанция переменного тока. Патент № RU 2773744 C1, МПК H02P 9/48 (2006.01) № 2021138720; Заявл. 24.12.2021; Опубл. 08.06.2022. Бюл. № 16.
5. **Бердников И. Е., Дарьенков А. Б., Куркин А. А.** Способ управления дизель-генераторной установкой переменной частоты вращения. Патент № 2021000067 (RU), Заявл. 28.06.2021; Опубл. 06.05.2022.

УДК 621.3

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРОЗАЩИТНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЬ - ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ПЕРЕМЕННОЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Дизельные электростанции (ДЭС) находят широкое применение во многих областях деятельности человека – от питания электроинструмента, электроснабжения частных домовладений, до промышленных резервных источников электроэнергии на атомных электростанциях или снабжающей установки манёвренных тепловозов и судов различного назначения. Работу дизельной электростанции всегда сопровождают вибрации. Главными источниками последних являются сам двигатель внутреннего сгорания (ДВС) и приводимый им во вращение генератор электрической энергии. Вибрация оказывает сильное влияние не только на срок эксплуатации промышленного оборудования, но и на здоровье, самочувствие людей, которые находятся в непосредственной близости к вибрирующим машинам.

В настоящем докладе анализируются причины возникновения вибровозмущений установки, совершенствуются государственные стандарты, нормирующие колебания ДЭС. Авторами разработана математическая модель пассивной системы виброзащиты, по результатам имитационного исследования которой показана несостоятельность её применения для дизельных установок с переменной частотой вращения ввиду повышенной передачи вибрации от ДЭС к основанию на скоростях ниже 1500 об/мин. Причём значение показателя вибровозмущений (перемещение  $s = 1$  мм) превышает нормированную величину ( $s_{огр} = 0.64$  мм) по действующему стандарту [1].

Проведены экспериментальные исследования вибраций электрогенераторной установки с применением лазерного доплеровского виброметра фирмы *Optomet* [2]. Данное устройство позволяет регистрировать виброколебания любых объектов исследования – от вращающихся валов электроустановок до барабанной перепонки человеческого уха. По полученным данным выполнена идентификация математической модели передачи вибраций по звеньям дизельной электростанции в форме передаточных функций в непрерывном времени. Последние представлены апериодическим звеном второго порядка.

Выполнен спектральный анализ временных рядов скорости вибрации, которые получены в процессе измерений. По этим результатам построены графики спектральной плотности мощности сигнала. На основании выявленных зависимостей синтезированы математические модели виброзащитных устройств. Последние представляют собой модели полосно-подавляющих фильтров. Построены соответствующие им амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики. При применении виброизоляторов, настроенных на подавление колебаний отдельных частот, показано заметное снижение амплитуд мощности в спектре сигнала  $S_v(f)$ ,  $(\text{мм}/\text{с})^2/\text{Гц}$ , вплоть до значений  $S_v(f) = 0$   $(\text{мм}/\text{с})^2/\text{Гц}$ . Отмечено, что кроме нивелирования амплитуды основной частоты, на которую настроена виброзащитная опора, происходит видимое уменьшение соседних всплесков мощности. Данный эффект объясняется наличием полосы подавления, внутри которой коэффициент усиления  $G(f) < 1$ .

### *Библиографический список*

1. ГОСТР ИСО 8528-9 – 2021. Электроагрегаты генераторные переменного тока с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Часть 9. Измерения вибрации и оценка вибрационного состояния. - Москва : Стандартинформ, 2021. – 15 с. - Текст : непосредственный.
2. Лазерный доплеровский виброметр Optomet серии Vector. – Руководство пользователя – Дармштадт, Германия. – 2020. – 31 с. - Текст : непосредственный.

## АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ПЛАВУЧЕЙ ВОЛНОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время возрастает интерес к получению «зеленой» энергии [1]. Одним из перспективных способов для этого является создание плавучих волновых электростанций (ПВЭС), объединяющих в себе функции выработки электроэнергии и защиты прибрежной зоны от волн.

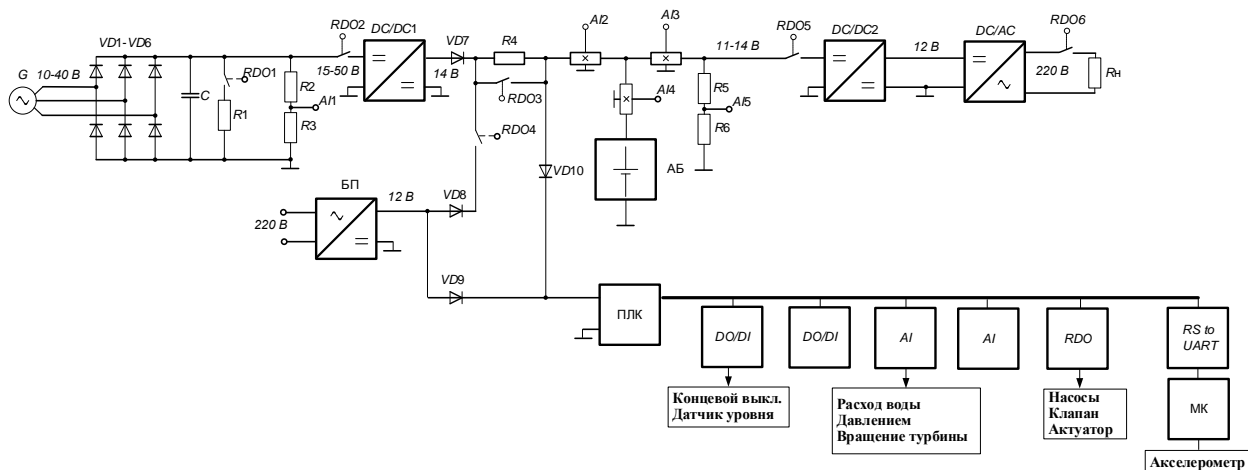


Рис. 1. Структура преобразователя ПВЭС

Разработанный алгоритм управления включает в себя функции отображения, контроля и задания параметров преобразователя ПВЭС. В качестве основы системы управления выбран ПЛК *Unitronic UniStream7*, реализующий весь функционал электростанции, а именно управление преобразователями электрической энергии, механическими датчиками и органами, а также цепями измерений. В данном тезисе представлена часть алгоритма, отвечающая за слежением режима работы электрического генератора.

В начале измеряется напряжение на выходе мостового выпрямителя, которое косвенно отображает напряжение синхронного генератора. Задаются уставки минимального и максимального напряжения генератора. Данные уставки сравниваются с измеренным напряжением генератора.

Если напряжение генератора меньше минимальной уставки, то отключаются *DC/DC* преобразователь (*RDO2*) и балластная нагрузка (*RDO1*). Данный режим косвенно сигнализирует о том, что энергии волны недостаточно.

Если напряжение генератора больше максимальной уставки, то отключается *DC/DC* преобразователь (*RDO2*) и включается балластная нагрузка (*RDO1*). Данный режим косвенно сигнализирует о том, что энергия волны слишком велика.

Если напряжение генератора находится в диапазоне между максимальным и минимальным значениями, то включается *DC/DC* преобразователь (*RDO2*) и отключается балластная нагрузка (*RDO1*). Данный режим косвенно сигнализирует о том, что энергии волны достаточно для генерации электроэнергии.

Лебедев Ю. В. Зелёная энергетика: состояние и ожидания / Ю. В. Лебедев, Т. А. Лебедева // XII Международная конференция «Российские регионы в фокусе перемен». Екатеринбург, 16-18 ноября 2017 г. : сборник докладов. — Екатеринбург : Издательство УМЦ УПИ, 2018. — Ч. 2. — С. 367-374.



УДК 621.311.1

АККАД А.Ф., ЭРДИЛИ Н.И., СОСНИНА Е.Н.

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ С ЭНЕРГОУСТАНОВКАМИ НА ВИЭ И D-STATCOM

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Внедрение в распределительную электрическую сеть (РЭС) энергоустановок на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ) с инверторным подключением вносит в сеть высшие гармоники (ВГ) и колебания напряжения. Применение *D-STATCOM* (твердотельного преобразователя напряжения на управляемых силовых тиристорах/транзисторах) позволяет решить проблему низкого качества электроэнергии компенсацией ВГ и подавлением колебаний напряжения в сети [1].

Как правило, *D-STATCOM* подключается к РЭС среднего напряжения вблизи нагрузок и регулирует амплитуду выходного напряжения и его фазы, тем самым изменяя реактивную и активную мощности. Быстродействие *D-STATCOM* зависит от заложенных алгоритмов управления [2]. Применяемые *D-STATCOM* используют традиционные алгоритмы управления и имеют медленную реакцию при динамическом изменении характеристик электрической сети с источниками РГ [3]. *D-STATCOM* с ПИ-регулятором не может обеспечить оптимальную производительность для различных рабочих точек.

Для адекватного динамического управления напряжением предложено использовать регулятор на основе нечеткой логики.

Разрабатывается алгоритм управления для *D-STATCOM* на основе нечеткой логики. Для проверки эффективности алгоритма необходимо сравнить функционирование *D-STATCOM*, использующего традиционные алгоритмы, с регулятором на основе нечеткой логики. Для этой цели разработана *MATLAB*-модель электрической сети с источниками распределенной генерации на ВИЭ (солнечной фотоэлектрической и ветроэлектрической установками), нагрузкой и *D-STATCOM*.

Солнечные панели подключены к распределительной сети через инвертор, генерирующий высшие гармоники, вызываемые процессом ШИМ [3]. Модель ветроэлектрической установки состоит из ветротурбины и асинхронного генератора, подключенного непосредственно к распределительной сети. При работе ВЭУ быстрое изменение скорости ветра вызывает колебания напряжения в электрической сети. Модель позволяет исследовать взаимосвязь между изменением интенсивности солнечного излучения и значением ВГ, а также изменением скорости ветра и колебаниями напряжения.

Смоделирован *D-STATCOM*, настроены его параметры и применен алгоритм *pq* (*IRP* теория) на основе ПИ-регулятора для снижения ВГ и колебания напряжения. Получены результаты моделирования без регулирования напряжения в сети и с его регулированием с использованием традиционного алгоритма. Следующим этапом работ будет проведено моделирование регулирования напряжения на основе алгоритма нечеткой логики, характеризующегося быстротой и точностью реакции.

### Библиографический список

1. **Purandare A.** et al. Review of Control Strategies of DSTATCOM // Applied Science and Computations, 2018. – Vol. V. – Iss. XII.
2. **Madhusudan R., Reddy P.** Control Strategies for DSTATCOM – A Comprehensive Review // IJITEE, 2019. – Vol. 8. – Iss. 5.
3. **Akkad A, Erdili N., Sosnina E.** Application of a Fuzzy Logic Controller in a D-STATCOM in an Electrical Network with Distributed Generation// SmartIndustryCon, 2023.

УДК 621.31

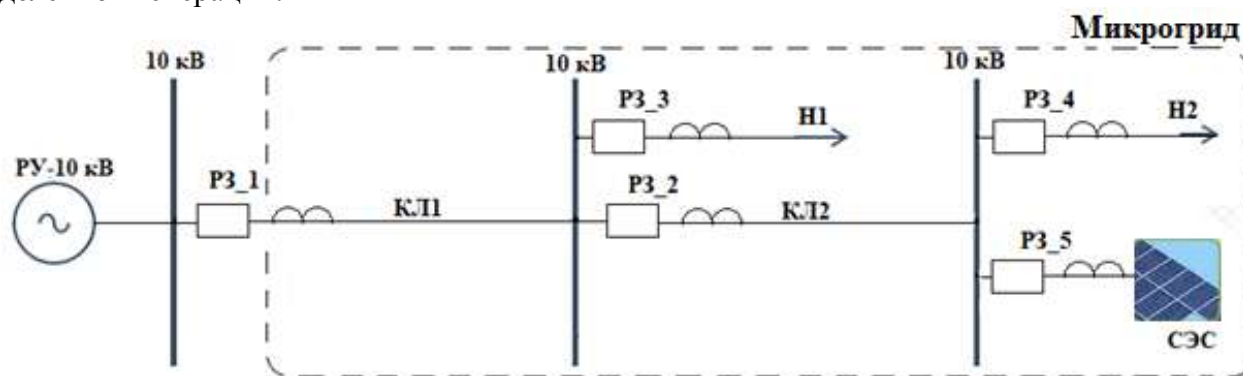
АЛЬ ШАХЕРИ А.М., ЭРДИЛИ Н.И., ШАРЫГИН М.В.

### АНАЛИЗ НЕОБХОДИМОСТИ ПЕРЕХОДА НА ЦИФРОВЫЕ РЕЛЕ ЗАЩИТЫ В МИКРОГРИД С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Режимы работы электрической сети микрогрид с распределенной генерацией могут быть многообразными. Из-за этого уже на этапе проектирования возникают серьезные проблемы, связанные с ее эксплуатацией, контролем и защитой. В зависимости от режима работы, требуются соответствующие методы управления и системы защиты. Влияние распределенной генерации сильно усложняет функционирование релейной защиты и автоматики и определяется типом подключаемых электростанций, схемой их подключения, режимами работы.

Защита электросети микрогрид включает в себя защитные устройства, чтобы гарантировать, что в случае короткого замыкания электроустановки не будут повреждены, а поврежденная часть сети будет отключена как можно быстрее. Цель работы - обеспечить защиту цепи. На рисунке 1 представлена структурная схема микрогрид 10 кВ с источником распределенной генерации.



**Рис. 1. Структурная схема микрогрид 10 кВ: СЭС - солнечная электростанция; КЛ, КЛ2 - кабельные линии; Н1, Н2 – нагрузки; РУ - распределительное устройство**

Условия отказов смоделированы и проанализированы для различных вариантов:

1 вариант тестовой сети микрогрид - с электромеханическими реле; 2 вариант тестовой сети микрогрид – с цифровыми реле с произвольными характеристиками срабатывания.

Составлена имитационная модель микрогрид в программном комплексе Master-set и произведен автоматический расчет параметров срабатывания защит и проверочный ручной расчет. Для практической реализации предложенного метода планируется создать систему автоматического параметрирования всех устройств релейной защиты (Plug and Play) для ре-

конфигурируемых сетей с источниками распределенной генерации, которая позволит увеличить чувствительность и быстродействие защиты даже при отказе системы связи по МЭК 61850 и реализовать самоадаптацию системы РЗ при развитии распределительной электрической сети.

---

**Шарыгин, М.В.** Метод автоматического расчета параметров срабатывания токовой релейной защиты распределительных сетей / М.В. Шарыгин, А.Л. Куликов, А.А. Петров, А.А. Фальков, Н.А. Желтов// Электрические станции. 2022. №11. С.52-57.

УДК 621.352.6

БЛАГУШИН И.А., ШАЛУХО А.В.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДОКСИДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На территории России расположено большое количество относительно небольших населенных пунктов, удаленных от централизованных систем электроснабжения и водоотведения. В жизнеобеспечении таких населенных пунктов особо важная роль отводится очистным сооружениям, которые можно отнести к объектам критически важной инфраструктуры. В современных условиях актуальной задачей является повышение энергетической безопасности таких объектов.

Эффективное решение данной задачи основано на применении собственных источников электроэнергии, способных работать на местном топливе. Применительно к очистным сооружениям перспективным является получения биогаза из продуктов очистки.

Рассмотрен процесс получения биогаза путем анаэробного сбраживания осадочного ила. Принцип работы установок основан на химических процессах. Технология выработки биогаза начинается с его производства из первичного осадка и избыточного активного ила, который образуется при очистке сточных вод.

Примером внедрения данной технологии являются очистные сооружения города Слонима, где производства биогаза составляет 845,3 тыс.м<sup>3</sup>, а выработка электроэнергии – 2010 тыс. кВтч в год [1]. Это составляет 70 % от энергопотребления очистных сооружений водоканала за год.

В качестве источника электроэнергии, работающего на биогазе, в работе рассматриваются твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ). Основные преимущества ТОТЭ перед другими типами энергоустановок, способных работать на биогазе, заключаются в высокой эффективности и экологичности. Однако проблема применения ТОТЭ в системах электроснабжения заключается в их низкой маневренности.

Дальнейшая работа будет посвящена исследованию и разработке научно-технических решений по применению ТОТЭ, работающих на биогазе, для питания очистных сооружений.

---

Слонимский водоканал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.slonimvodokanal.by/index.php/ru/mezhdunarodnoe-sotrudnichestvo/>.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДООКСИДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Количество отходов в Российской Федерации увеличивается на 4 млрд т ежегодно, что при отсутствии эффективных решений по переработке и утилизации является острой проблемой [1].

Существенную долю в производстве отходов составляет сельскохозяйственный сектор. По данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации в агропромышленном комплексе (АПК) ежегодно генерируется более 770 млн т отходов. По разным источникам, общее количество отходов АПК достигает 630–650 млн т. К отходам АПК относятся органические отходы отраслей растениеводства, животноводства и перерабатывающей промышленности. Наибольшая часть от общего количества приходится на животноводство (56 %) [2].

Отходы животноводческих предприятий в основном представлены навозом и пометом. В соответствии с актуальным законодательством их относят к отходам III–V класса опасности, которые требуют особого порядка обращения и не могут быть размещены на сельхозугодьях без предварительной подготовки.

Например, животноводческое предприятие на 1200 голов, при бесподстильном содержании производит около 120 м<sup>3</sup> отходов в сутки. Изначальный субстрат по каналам поступает на этап сепарирования. После разделения жидкие фракции перекачивают в специальные лагуны, где происходит выдержка и обезвреживание отходов, а твердую фракцию вывозят на оборудованные площадки предварительной выдержки. На указанные выше этапы обработки отходов тратится до 20–30 % от общего потребления электроэнергии животноводческим предприятием.

Решение данной проблемы требует пересмотра имеющихся подходов к переработке отходов животноводства и может решаться совместно с проблемой низкого качества электрообеспечения сельскохозяйственных предприятий. Одним из наиболее перспективных решений является производство биогаза. Биогаз представляет собой смесь, состоящую на 50–87 % из метана, 13–50 % из CO<sub>2</sub>, а также включает незначительные примеси H<sub>2</sub> (1–1.5 %) и H<sub>2</sub>S (0,2–0,2 %) [3].

Биогаз может являться топливом для газотурбинных, газопоршневых, парогазовых установок и применяться в энергоустановках на топливных элементах. Наиболее эффективным решением представляется применение энергоустановок на твердооксидных топливных элементах (ТОТЭ) ввиду их низкой прихотливости к качеству топлива и высокого КПД. Однако, значительное время выхода на оптимальный режим работы и низкая маневренность затрудняют интеграцию ТОТЭ в системы электрообеспечения животноводческих предприятий. Рост числа применения энергоустановок на ТОТЭ требует решение ряда задач, связанных с разработкой схемотехнических решений их подключения, методов выбора их оптимальных параметров, алгоритмов управления.

### *Библиографический список*

1. **Хорошавин Л.Б.** Основные технологии переработки промышленных и твердых коммунальных отходов / [Л.Б. Хорошавин и др.]. – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2016. – 220 с.
2. **Ветошкин А.Г.** Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности. Часть 2. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 381 с.
3. **Баадер В.** Биогаз: теория и практика / [В. Баадер и др.] – М.: Колос, 1982. – 148 с.

## РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ С ТИРИСТОРНЫМ РЕГУЛЯТОРОМ МОЩНОСТИ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из ключевых задач Энергетической стратегии Российской Федерации до 2035 года является развитие и распространение прорывных технологий в области внедрения возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и распределенной генерации [1]. В современных условиях, когда строительство крупных электростанций в плотно застроенных городах фактически невозможно, выходом из ситуации является интеграция установок на основе ВИЭ в централизованную электрическую сеть. Данный подход обеспечит надёжность и качество электропитания на фоне непрерывного роста нагрузок. В связи с этим возникает необходимость решения вопросов, связанных с управлением потоков мощности в электрической сети с многосторонним питанием.

Для оптимального потокораспределения предлагается использование тиристорного регулятора мощности (ТРМ), который способен изменять величину и направление потоков мощности [2, 3]. Основная трудность применения ТРМ в сети с ВИЭ заключается в отсутствии алгоритмов оптимального управления потоками мощности. Поэтому на начальном этапе исследования необходимо разработать имитационную модель электрической сети с источниками традиционной генерации, разнотипными ВИЭ и ТРМ. Целью моделирования является исследование поведения ТРМ при работе в сети с многосторонним питанием.

В качестве среды моделирования выбран программный комплекс PSCAD [4]. В данном комплексе имеется возможность моделирования работы энергосистем и силовых преобразователей при их проектировании, анализе, оптимизации. С помощью встроенного модуля переходных процессов *EMTDC* возможен анализ работы энергооборудования в нормальных и аварийных режимах. При построении модели использован принцип структурного моделирования, основанный на создании моделей отдельных блоков и последующего синтеза всей системы.

Имитационная модель сети с ВИЭ и ТРМ позволяет: 1) исследовать работу ТРМ в сети с ВИЭ в различных режимах; 2) исследовать влияние разнотипных ВИЭ на показатели качества электроэнергии; 3) разработать и апробировать алгоритмы управления потоками мощности при использовании ТРМ; 4) исследовать нормальные и аварийные режимы работы электрической сети.

### *Библиографический список*

1. Распоряжение Правительства РФ от 09.06.2020 № 1523-р «Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года».
2. **Кралин А.А., Крюков Е.В., Бедретдинов Р.Ш.** и др. Применение тиристорного регулятора напряжения для управления параметрами электроэнергии в замкнутой сети среднего напряжения // Интеллектуальная электротехника. – 2022. – № 3(19). – С. 100-114.
3. **Кралин А.А., Асабин А.А., Бедретдинов Р.Ш.** и др. Исследование влияния тиристорного регулятора напряжения на изменение потоков мощности в распределительных электрических сетях // Актуальные проблемы электроэнергетики: Сборник научно-технических статей конференции. – НГТУ им. Р.Е. Алексеева, Н. Новгород, 2021. – С. 199-205.
4. **Лоскутов А.А.** Исследование электромагнитных переходных процессов в программном комплексе PSCAD на примере простейшей системы электроснабжения // НГТУ им. Р.Е. Алексеева: Н. Новгород, 2020. – 56 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ С ТИРИСТОРНЫМ РЕГУЛЯТОРОМ НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ПИТАНИЯ ОБЕССОЛИВАЮЩИХ УСТАНОВОК АЭС**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Обеспечение качества электроэнергии (ЭЭ) в системах электроснабжения (СЭС) собственных нужд (СН) атомных электростанций (АЭС) является важным направлением модернизации объектов атомной промышленности [1]. Одним из потребителей СН, чувствительных к низкому качеству ЭЭ, является обессоливающая установка, входящая в состав системы, отвечающей за водно-химический режим (ВХР) АЭС. Водоочистка от солей и примесей осуществляется двумя модулями установки: обратного осмоса и электродеионизации. Смена режимов обессоливающей установки требует точного регулирования напряжения и быстрого управления. Вместе с тем при максимальной нагрузке напряжение часто выходит за пределы нормально допустимых значений. Отклонение напряжения от номинального значения ведет к нарушению ВХР, что снижает ресурс оборудования, эффективность и безопасность работы АЭС в целом. Трансформаторы собственных нужд 10/0,4 кВ, питающие обессоливающие установки, оснащены устройством ПБВ, не позволяющим выполнять оперативное регулирование напряжения.

Проблему обеспечения качества электроэнергии предлагается решить заменой трансформаторов с ПБВ на трансформаторы с тиристорным регулятором напряжения (ТТРН) 10/0,4 кВ [2, 3]. ТТРН обеспечивает регулирование под нагрузкой амплитуды выходного напряжения потребителей 0,4 кВ. Быстродействие тиристорных контакторов и точность регулирования позволяют поддерживать номинальное напряжение на шинах питания модулей обратного осмоса и электродеионизации [4, 5].

Интеграция ТТРН в систему электроснабжения СН АЭС требует проведения ряда исследований, в том числе его регулировочных характеристик, влияния диапазона и шага регулирования тиристорных контакторов на появление высших гармоник в электрической сети 0,4 кВ. Необходима технико-экономическая оценка внедрения ТТРН при модернизации системы электроснабжения обессоливающих установок.

### **Библиографический список**

1. Стратегия развития ядерной энергетики России до 2050 года и перспективы на период до 2100 года. – М.: Госкорпорация Росатом, 2018. – 62 с
2. Патент на изобретение 2552842 РФ: МПК Н 02 В 7/00. Цифровая трансформаторная подстанция / А.Б. Лоскутов, А.И. Чивенков, Е.Н. Соснина и др.; заявитель и патентообладатель НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – № 2013146200/07; заявл. 17.10.2013; опубл. 10.06.2015.
3. Алтунин Б.Ю., Чивенков А.И., Панфилов С.Ю. Трансформаторно-тиристорные регуляторы переменного напряжения: учебное пособие. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2014. – 110 с.
4. Sadeghi Kh., Ghazaie S.H., Федорович Е.Д. и др. Экономическая оценка процессов опреснения воды на энергоблоке № 1 Бушерской АЭС. – Теплоэнергетика. – 2020. – № 5. – С. 31-43.
5. Соснина Е.Н., Лоскутов А.Б., Чивенков А.И. и др. Опытная цифровая трансформаторная подстанция с активно-адаптивной системой управления и автоматическим плавным регулированием напряжения и мощности // Промышленная энергетика. – 2013. – № 12. – С. 8–13.

**ПОДХОД К АНАЛИЗУ НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТИ  
В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Согласно Энергетической стратегии РФ на период до 2035 г. приоритетным направлением развития электроэнергетики является разработка и внедрение «...новых технических средств для создания интеллектуальных энергетических систем, включая цифровую подстанцию, ... силовую электронику, ... средства быстрой коммутации» [1]. Интеллектуальная электрическая сеть (ИЭС) представляет собой сложную, динамическую систему с высокой долей устройств силовой электроники. система. Частая смена установившихся режимов в сочетании с работой полупроводниковых элементов системы ведет к появлению всё более серьезных искажений кривой тока и напряжения электрической сети – сочетанию высших гармонических составляющих и интергармоник. Проектирование ИЭС требует разработки более детальных и эффективных методов оценки несинусоидальности электрической сети.

Существующие подходы и методы оценки искажений синусоидальности кривой тока и напряжения в электрической сети предназначены для установившихся режимов работы, параметры которых являются величинами неизменными во времени. Допущение о стационарности процессов приводит к некорректности получаемых результатов и понимания истинной картины физических процессов в ИЭС. Применение существующих методов приводит к составлению сложных выражений и необходимости переопределения параметров в выражениях, кроме того они не отражают реальной физической картины происходящих в системе процессов, не показывают механизм взаимовлияния элементов сети.

Для преодоления перечисленных недостатков, авторами предложен подход, который заключается в поэтапном анализе несинусоидальности ИЭС на основе синтеза ряда методов. На начальном этапе оценивается состав ИЭС, т.е. выполняется анализ тех элементов (устройств), которые являются источниками искажений. Для каждого из элементов на основе теории электрической связи и метода сигнальных направленных графов строится математическая модель искажения тока (напряжения) и определяется ожидаемый порядок гармоник и интергармоник. Метод сигнальных направленных графов позволяет упростить описание электромагнитных процессов и решение аналитических уравнений. На втором этапе оценивается амплитуда нелинейных искажений с помощью оконного преобразования Фурье. На заключительном этапе для упрощения и наглядного описания сложных взаимосвязанных процессов, возникающих в ИЭС, применяется подход на основе проективной геометрии [2]. Геометрическая интерпретация динамики режима как проективного преобразования связывает параметры режима и рассматривает эти изменения через инвариантную величину.

Предложенный подход позволяет более детально подойти к анализу несинусоидальности ИЭС и наглядно описать процесс искажения синусоидальности кривой тока и напряжения.

Исследование выполнено в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема №FSWE-2022-0005).

**Библиографический список**

1. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года: [утверждена распоряжением Правительства РФ от 9 июня 2020 года № 1523–р].
2. **Penin A.** Analysis of Electrical Circuits with Variable Load Regime Parameters. Projective Geometry Method // Penin A. – Cham: Springer, 2020. – 530 pp.

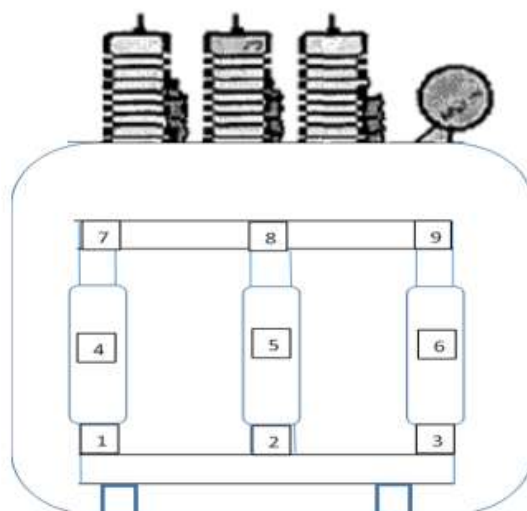
**ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ВИБРАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ МАСЛЯНЫХ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ**

Ферганский политехнический институт

Обеспечение бесперебойного питания потребителей электроэнергии является сложной задачей. Основным элементом линий электропередачи является возможность обновления масляных силовых трансформаторов. Для этого необходимо заблаговременно выявить неисправности в трансформаторе и исследовать причины их развития. Существует множество методов диагностики силовых масляных трансформаторов, а контролировать техническое состояние в процессе эксплуатации сложно. Среди методов контроля технического состояния масляных силовых трансформаторов метод виброконтроля является одним из развивающихся на сегодняшний день. Метод контроля вибрации: подразделяется на такие методы, как измерение общего уровня вибрации на стенке бака трансформатора, спектральная вибродиагностика трансформаторов, частотный контроль [1]. Из-за отсутствия четкого стандарта или шаблона проверок, проводимых существующими методами, метод контроля вибрации трудно применять на практике в больших масштабах. Метод контроля вибрации ограничивается контролем ее механической части. Исследуется только 700 Гц часть уровня вибрации на стенке бака трансформатора [2]. В диапазоне от 100 Гц до 700 Гц можно обнаружить только механическую часть трансформатора. Трансформатор разделен на активную и вспомогательную части: активная часть состоит из ферромагнитного сердечника и катушек, а основная часть вспомогательной части - масло. Трансформатор разделен на активную и вспомогательную части: активная часть состоит из ферромагнитного сердечника и катушек, а основная часть вспомогательной части - масло. Контроль уровня вибрации на стенке бака трансформатора выше 1 кГц позволяет изучить некоторые неисправности.

Механические части трансформатора исчезают в масле по мере того, как амплитуда вибрации увеличивается с частотой. При увеличении контролируемой частоты с 1 кГц до 10 кГц значения уровня вибрации меняются.

Силовые маслonaполненные трансформаторы были испытаны на вибрацию в различных точках их наружной оболочки во время работы.



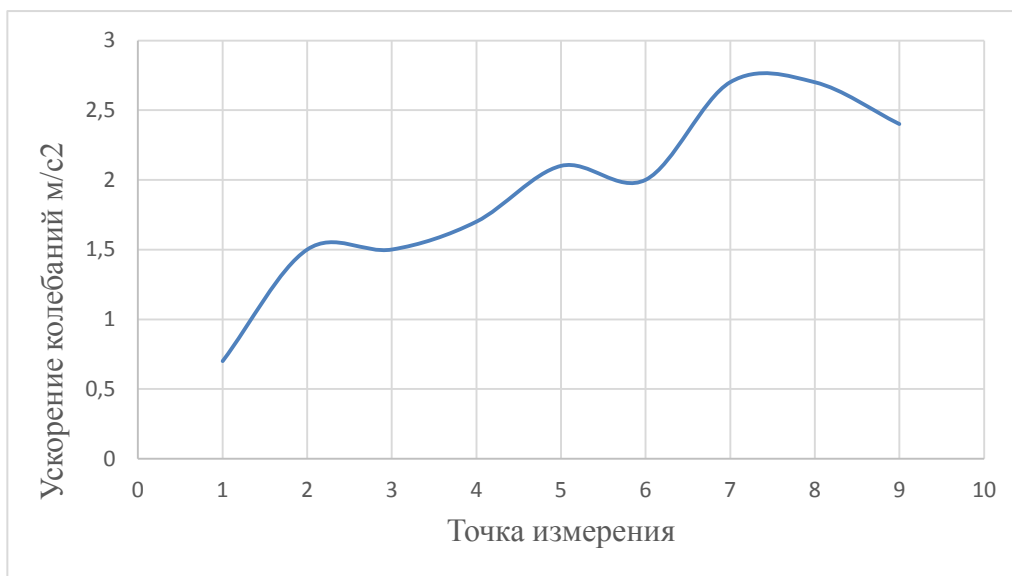
**Рис. 1. Рекомендуемые места установки датчиков контроля виброускорения на стенке бака трансформатора**



Результат исследования, наблюдения, проведенные на частоте от 1 кГц до 10 кГц, показывают, что уровень виброускорения увеличивается по мере продвижения точек измерения вверх. Это показывает, что результаты не зависят от величины вибрации активных частей, поскольку они получены с поверхности бака трансформатора. В связи с тем, что активные части трансформатора расположены на основании, при неисправности в них значения уровня вибрации будут больше в нижних точках. Колебания с частотой выше 1 кГц генерируются мелкими элементами, не связанными с активными частями трансформатора. [3].

**Таблица 1**  
**Результаты измерения виброускорения на стенке бака трансформатора 10/0,4кВ**

Точка измерения	10 кГц, $a = \text{м/с}^2$
1	0.7
2	1.5
3	1.5
4	1.7
5	2.1
6	2.0
7	2.7
8	2.7
9	2.4



**Рис. 2. Скорость распространения вибрации по поверхности трансформатора**

Элементы, колеблющиеся с высокой частотой 1 кГц, указывают на то, что они происходят из элементов в масле, и они считаются механическими соединениями. Для надежной работы масляного силового трансформатора показатель качества масла должен быть в пределах заданного значения. Механические примеси в масле снижают его теплопроводность. Для этого необходимо постоянно контролировать техническое состояние силовых масляных трансформаторов путем вибродиагностики. По результатам контроля требует очистки от механических примесей.

**Выводы**

1. Необходимо контролировать показатель механических примесей в масле с помощью виброиспытания масляных силовых трансформаторов на частоте выше 1 кГц.

2. Чтобы активные части трансформатора надежно работали длительное время, необходимо очищать масло от механических примесей.

### *Библиографический список*

1. **Гавриленко А.В., Долин А.П.** Методика вибрационного обследования силовых трансформаторов. 2004
2. **Голышев С.В., Емельянов В.И., Комар С.С., Пыхов Д.Н., Тукачев И.Г.** Патент (RU2643940C1)// Способ вибрационного безразборного диагностирования трансформатора. 06.02.2018 Бюл. № 4
3. **Русов В.А., Софьина Н.Н.** «Вибрационное обследование и диагностика состояния трансформаторов» // Методы и средства оценки состояния Энергетического оборудования. Выпуск 11. Спб.: ПЭИПК, 2000. — с. 38—53.

УДК 621.3

КОКОРЕВ А.А.

### **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕНИ МЕЖРЕМОНТНОГО ИНТЕРВАЛА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ С УЧЕТОМ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Один из критериев, которые предъявляются к системам электроснабжения ответственных потребителей – обеспечение требуемой категории надежности. Надежность обеспечивается не только за счет резервирования источников питания и линий, но и за счет организации своевременного обслуживания силового оборудования, в частности, трансформаторов. Традиционно графики планово-предупредительного ремонта (ППР) составляются исходя из требований правил технической эксплуатации, особенностей конкретного предприятия (характер нагрузки, условия эксплуатации), рекомендаций завода-изготовителя. Действительно, в процессе эксплуатации температура активной части трансформатора может изменяться в широком диапазоне. Особое внимание следует уделять работе трансформаторов, работающих при температуре близкой к верхней границе допустимого диапазона. Эксплуатация трансформатора при повышенной температуре связана с опасностью снижения электрической прочности изоляции вследствие возможного появления пузырьков газа в обмотках или соединениях; снижения стойкости трансформатора к токам КЗ, и другим [1]. Таким образом, при составлении графиков ППР необходимо учитывать не только требования правил эксплуатации электроустановок, но и динамику изменения (или прогноз изменения) технического состояния трансформатора. Такой подход позволит повысить надежность системы электроснабжения за счет снижения количества аварийных отключений оборудования.

В настоящее время активно происходит перевод подстанций распределительных сетей 10(6) кВ в разряд малообслуживаемых или необслуживаемых [2-4]. Поэтому представляется актуальной разработка алгоритма прогнозирования времени межремонтного интервала силовых трансформаторов с учетом эксплуатационных факторов, а именно фактической температуры активной части трансформатора.

### *Библиографический список*

1. ГОСТ 14209-85. Трансформаторы силовые масляные общего назначения. Допустимые нагрузки.

2. Распоряжение Правительства РФ от 3 апреля 2013 г. № 511-р «Стратегия развития электросетевого комплекса Российской Федерации».
3. «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года».
4. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 № 321 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики»

УДК 621.3

ПЕТУХОВ Я.И., КРАЛИН АН.А., КРЮКОВ Е.В., КРАЛИН АЛ.А.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЫШАЮЩЕГО DC-DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ В СОСТАВЕ ВОЛНОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Неотъемлемой частью разработки и исследования электроэнергетических установок является имитационное моделирование, которое позволяет изучить электромагнитные процессы и определить совместимость основных компонентов системы.

В рамках молодежной лаборатории «Автономные гибридные электроэнергетические комплексы» разрабатывается структура поплавокной волновой электростанции (ПВЭС). Одной из составных частей ПВЭС является повышающий DC-DC преобразователь. Система управления данного преобразователя содержит ПИ-регулятор напряжения.

Главным отличием повышающих импульсных DC-DC преобразователей по сравнению с преобразователями непрерывного действия является ключевой режим работы транзистора. Рабочая точка транзистора проходит зону активной области только в моменты переключения, находясь большую часть периода коммутации в области отсечки или насыщения. Благодаря этому, средняя мощность, рассеиваемая за период коммутации на регулирующем транзисторе, будет значительно ниже, чем в случае непрерывного режима работы. Следовательно, КПД импульсного преобразователя выше, чем у преобразователя непрерывного действия.

Для исследования режимов работы DC-DC преобразователя в составе ПВЭС была разработана модель устройства в Matlab SIMULINK, представленная на рис. 1. Номинальные параметры преобразователя приведены в табл. 1.

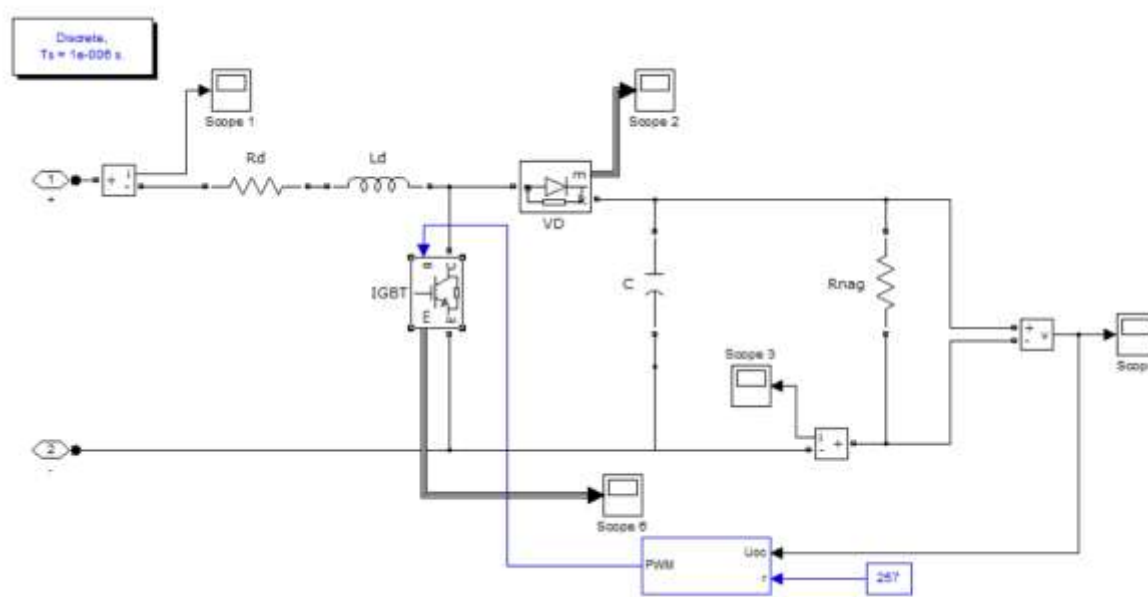


Рис. 1. Модель повышающего импульсного DC-DC преобразователя

Таблица 1

## Характеристики DC-DC преобразователя

Тип преобразователя	$f_p$ , кГц	КПД	$U_p$ , В	$\Delta U_p$ , %	$U_n$ , В	$\Delta U_n$ , %	$I_{nmax}$ , А	$I_{nmin}$ , А
повышающий	10	0.92	45	5	257,4	10	4,5	3,88

Разработанная модель позволила получить временные зависимости основных электромагнитных величин рассматриваемого преобразователя в диапазоне изменения мощности нагрузки от 100 до 1000 Вт.

Исследование выполнено в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема №FSWE-2022-0005).

## Библиографический список

1. Алтунин, Б. Ю. Электротехнические расчеты в системе компьютерной математики MATLAB SIMULINK / Б. Ю. Алтунин, И. В. Блинов, А. А. Кралин, Н. Г. Панкова // Учеб. Пособие. – НГТУ. Н. Новгород, 2005.
2. Семенов В. Ю. Силовая электроника – М.: СОЛОН-Р, 2001.

УДК 620.9

ПРУТСКИХ М. С., ЕРМОЛЕНКО Б. В.

### ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ С ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕМ НА БАЗЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева

В XXI веке борьба с негативным воздействием на окружающую среду является одной из главенствующих тем в умах миллионов людей. Существенный вклад в локальное и глобальное загрязнение атмосферы вносит автотранспортный комплекс. Львиная доля воздействия – выбросы продуктов сгорания ископаемого органического топлива. Кроме них в окружающую среду из баков транспортных средств, топливных резервуаров автозаправочных станций и топливных баз в атмосферу поступают значительное количество паров нефтепродуктов. Эту проблему в мире пытаются решить путем перехода на электрический и гибридный автомобильный транспорт. Однако, пока электрическая энергия для таких автомобилей будет производится традиционным тепловым электростанциям или дизельными энергетическими установками, экологическая эффективность электрификации транспортной отрасли вряд ли может быть повышена. При экологическом анализе отрасли следует также учитывать заправочные станции как потребителей электрической энергии, поступающей из тех же источников. По данным Росстата, в 2022 году на территории России находилось около 26750 АЗС. На одной станции на технологические цели, освещение, отопление (около 30 %), горячую воду, вентиляцию и дополнительные услуги в течение года расходуется в среднем 110 тыс. кВт·ч электрической энергии, а на всех АЗС страны – около 2,95 млрд кВт·ч или более 1 млн т.у.т. с соответствующим загрязнением окружающей среды. Для решения задач ресурсосбережения и снижения выбросов в атмосферу вредных поллютантов целесообразно рассмотреть вопрос о замене традиционных источников поступления энергии на АЗС на альтернативные возобновляемые. С этой целью была сформулирована следующая задача разработки на стадии обоснования инвестиций проектов строительства новых станций для заправки автомобилей с двигателями внутреннего сгорания и электрическими двигателями.

На основе информации о планируемом месте размещения АЗС, ее параметрах, интенсивности движения, средней доле автотранспортных средств различного вида, возможных вариантах архитектурного оформления проекта, технико-экономических характеристиках технологического и другого оборудования, имеющегося на рынке, технических потенциалах возобновляемых источников энергии в точке строительства объекта, а также имеющихся ресурсных, территориальных, экологических, финансовых ограничений определить пропускную способность АЗС, состав, назначение и характеристики объектов на ее территории, виды и объемы заправляемого топлива, типы и количество топливных колонок и пистолетов, необходимых для заправки, виды и размеры топливных резервуаров, состав и характеристики вспомогательного оборудования для заправки топливом, способы и оборудование для заправки электромобилей, потребности в электрической и тепловой энергии на обслуживание автозаправочной станции, состав и характеристики солнечных фотоэлектрических панелей и коллекторов, ветроэнергетических установок и топливных насосов для удовлетворения этих потребностей, объем инвестиции в строительство АЗС, операционные затраты, связанные с их эксплуатацией, обеспечивающие максимум интегрального эффекта (чистого дисконтированного дохода) от инвестирования средств в строительство автозаправочных станций с энергоснабжением на базе возобновляемых источников энергии.

Разработаны экономико-математические модели частично-целочисленного линейного программирования для решения этой задачи и задачи замены традиционной системы энергоснабжения АЗС на альтернативную систему на действующих объектах.

УДК 621.3.016.35

СИНИЦЫН Н.А., ЛИПУЖИН И.А.,

## **ВЛИЯНИЕ ИСТОЧНИКОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ НАПРЯЖЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Источники распределенной генерации (РГ) являются эффективным средством повышения надежности и энергетической безопасности регионов России. Включение в распределительную сеть источников РГ, в зависимости от выбранной точки подключения, может как положительно, так и отрицательно повлиять на устойчивость напряжения сети.

Для расчёта устойчивости электрических сетей проводят утяжеление исходного режима системы. Утяжеленный режим – это состояние энергетической системы, характеризующееся неблагоприятным наложением ремонтов основного оборудования электростанций, электрических сетей в режимах максимальных или минимальных нагрузок.

Разработан алгоритм выбора места оптимального расположения источников РГ для повышения устойчивости напряжения системы электроснабжения:

1. Разработать имитационную компьютерную модель исследуемой системы.
2. Определить самый «слабый» узел системы с помощью вычисления коэффициента устойчивости напряжения в нормальных и утяжеленных режимах работы сети [2], например:

$$FVSI = \frac{4Z^2 Q_2}{U_1 X},$$

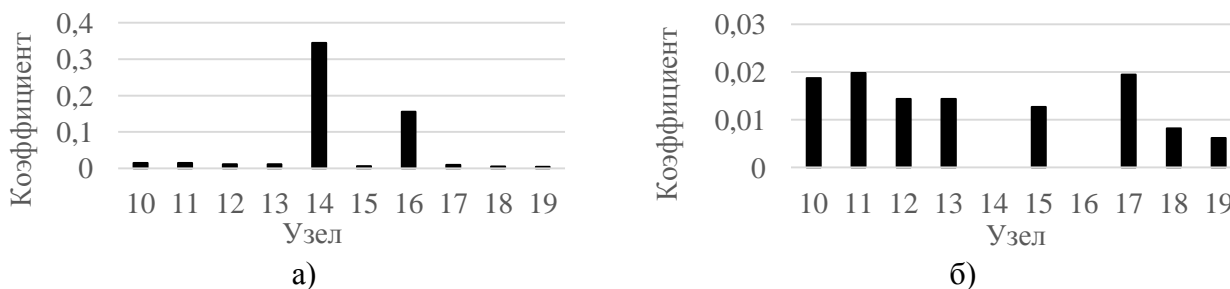
где  $X$  и  $Z$  – реактивное и полное сопротивление линии;  $Q_2$  – действующие значения реактивной мощности в конце линии;  $U_1$  – напряжения в начале линии.

3. Подключить модель источника РГ в выбранный узел сети, или наиболее близкий к нему.
4. Рассчитать коэффициенты устойчивости напряжения в сети после включения источника РГ.

5. Оптимальным местом является узел, включение РГ в который приводит к снижению значения коэффициента устойчивости напряжения (повышению надежности) во всех узлах системы, а качество электрической энергии при этом соответствует требованиям ГОСТ.

В качестве тестовой модели выбрана схема европейской низковольтной коммерческой сети низкого напряжения. Разработана имитационная компьютерная модель тестовой схемы и модели источников распределенной генерации в программном комплексе *PSCAD*.

Результаты моделирования (рис. 1) показали, что предложенный подход к определению устойчивости напряжения позволяет без трудоемких расчетов определить наиболее слабый участок сети, и выбрать оптимальное место расположения источника РГ.



**Рис. 1. Значения коэффициента устойчивости напряжения FVSI (о.е.) в узлах сети до (а) и после (б) включения источника РГ в 14 узел**

Липужин И.А., Сеницын Н.А. Влияние распределенной генерации на устойчивость напряжения в низковольтной сети // Кибернетика энергетических систем. 2022. С. 490-492.

УДК 621.311.183

СЛУЗОВА А.В., КУЛИКОВ А.Л.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ ПОВРЕЖДЕННОГО УЧАСТКА ПРИ ОМП ЛЭП**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Определение места повреждения (ОМП) на высоковольтных воздушных ЛЭП является одной из важнейших задач предприятий электрических сетей. В случае короткого замыкания, отключаемого релейной защитой, основная цель ОМП состоит в формировании минимальной зоны обхода ЛЭП для оперативного устранения повреждения ремонтными бригадами.

Требованиями ПАО «Россети» [1] размер зоны обхода при ОМП установлен на основе процентного соотношения в зависимости от длины ЛЭП. При этом расчетные алгоритмы не учитывают, например, наличие переходного сопротивления в месте повреждения, насыщение трансформаторов тока, отклонение показателей качества электроэнергии и др. В условиях влияния искажающих факторов расчет расстояния до места повреждения большинства современных микропроцессорных терминалов РЗА может оказаться слишком грубым. При значительных ошибках ОМП фактическое место повреждения может выйти за пределы установленной зоны обхода, поэтому предлагается процедуру ОМП реализовать в несколько этапов: предварительный расчет расстояния до места повреждения без учета искажающих факторов и формирование расширенной зоны обхода ЛЭП с учетом возможных ошибок; разби-

ние зоны обхода на участки малой длины и реализация алгоритмов распознавания поврежденного участка ЛЭП. Перспективна разработка таких алгоритмов распознавания, которые обеспечивают точность ОМП в соответствии с требованиями эксплуатационной практики, когда размер распознаваемого участка не превышает длину одного пролета воздушной ЛЭП.

Для формирования рационального решающего правила при ОМП необходимо ввести показатели эффективности алгоритма распознавания поврежденного участка ЛЭП: вероятностные, экономические и информационные. Вероятностные критерии могут задаваться матрицей условных вероятностей для нескольких гипотез, каждая из которых соответствует своему поврежденному участку в пределах зоны обхода ЛЭП. Экономические критерии предлагается формировать в виде матрицы стоимостей ошибок ОМП. На основе такой матрицы можно ввести величину среднего риска, как среднюю стоимость ущерба многогипотезной процедуры ОМП, учитывая при этом неравнозначность ошибок. Информационные критерии основываются на возможностях по извлечению информации из осциллограмм аварийных токов и напряжений алгоритмов распознавания с учетом вариантов цифровой обработки сигналов. Максимальное использование информации о параметрах аварийного режима соответствует снижению неопределенности при принятии решения о поврежденном участке ЛЭП.

Исследование выполнено в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема №FSWE-2022-0005).

---

ПАО «Россети» [ПАО «ФСК ЕЭС» Стандарт организации: СТО 56947007-29.240.55.159-2013 «Типовая инструкция по организации работ для определения мест повреждений воздушных линий электропередачи напряжением 110 кВ и выше», дата введения: 28.11.2013].

УДК 621.311

СОЛУЯНОВ В.И., СОЛУЯНОВ Ю.И.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ РАЗРАБОТКОЙ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ ДЛЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ АГЛОМЕРАЦИИ «Г. МОСКВА – МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ»**

Ассоциация «Росэлектромонтаж»  
АО «Татэлектромонтаж»

Актуализация электрических нагрузок жилых и общественных зданий способствует снижению стоимости строительства и эксплуатации электрических сетей [1-3]. Научно-исследовательскую работу (НИР) Ассоциация «Росэлектромонтаж» ведет, начиная с 2016 г. Анализ электрических нагрузок жилых зданий в субъектах Российской Федерации (РФ) выявил региональные признаки, связанные в том числе с душевым потреблением электроэнергии и климатическими особенностями [2-4].

На сегодняшний день требуется решить следующие задачи для внесения изменений в СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа» в части корректирования и изменения нормативных значений удельной электрической нагрузки квартир многоквартирных домов (МКД) типовых проектов:

1) рассмотреть целесообразность выделения самостоятельной группы «агломерации городов – мегаполисов» на примере г. Москвы и Московской области с самостоятельными значениями удельных электрических нагрузок с перспективой включения в эту группу и других агломераций субъектов РФ;

2) обосновать значения удельных электрических мощностей для агломерации «г. Москва – Московская область».

В связи с этим в течение двух лет была проведена НИР, на основании которой сделан вывод, что по уровню электропотребления и удельной нагрузки МКД этажностью от 11 до 18 этажей г. Москвы и Московской области могут быть объединены в один общий кластер, т.е. нормативные значения удельных электрических нагрузок целесообразно относить к единой агломерации «Москва – Московская область». Учитывая, что в целом в стандартных проектах квартиры имеют схожие характеристики, данный вывод может быть распространен и на другие кластеры МКД с электрическими плитами.

Для обоснования выделения в самостоятельную группу агломерации «Москва – Московская область» полученные результаты сопоставлены с удельными нагрузками МКД этажностью от 11 до 18 этажей других регионов.

### ***Библиографический список***

- 1. Солуянов Ю. И., Федотов А. И., Галицкий Ю. Я. и др.** Актуализация нормативных значений удельной электрической нагрузки многоквартирных домов в Республике Татарстан // *Электричество*. 2021. № 6. С. 62-71. EDN RRSRRX.
- 2. Солуянов Ю.И., Федотов А.И., Ахметшин А.Р., Чернова Н.В.** Результаты статистического анализа электрических нагрузок многоквартирных домов г. Москвы // *Электрические станции*. 2023. № 2(1099). С. 22-28. EDN WUEGJL.
- 3. Солуянов Ю.И., Федотов А.И., Ахметшин А.Р.** Расчет поправочного коэффициента к нормативным значениям удельных электрических нагрузок многоквартирных жилых домов г. Москвы и Московской области // *Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики*. 2022. Т. 24. № 4. С. 142-153. EDN CAFEMG.
- 4. Солуянов Ю.И., Федотов А.И., Ахметшин А.Р. и др.** Анализ фактических электрических нагрузок многоквартирных жилых домов Московской области // *Промышленная энергетика*. 2022. № 4. С. 20-28. DOI 10.34831/EP.2022.41.57.003. EDN HXYLKK.

УДК 621.352.6

ШУВАЛОВА Ю.Н., ШАЛУХО А.В., ЛИПУЖИН И.А., БЕДРЕТДИНОВ Р.Ш.,

### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ МУЛЬТИСТЕКА НА ОСНОВЕ ВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Топливные элементы (ТЭ) считаются одним из наиболее перспективных типов источников электроэнергии [1]. Использование нескольких стеков ТЭ в едином энергокомплексе (мультистеке) позволяет повысить эффективность, срок службы и надежность подобных систем. Разработка интеллектуальных систем управления мультистеками является актуальной задачей. Для определения принципов построения алгоритмов управления проведено математическое моделирование работы мультистека, состоящего из трех одинаковых ТЭ (мощностью 1 кВт каждый), при питании нагрузки мощностью 0,3; 0,6; 1; 2; 3 кВт. Цель моделирования заключалась в определении КПД мультистека при различных вариантах соотношения между мощностью нагрузки, количеством работающих ТЭ и их загрузкой. В основу моделирования положены следующие формулы.

В общем случае под КПД мультистека понимается отношение суммарной электроэнергии, выработанной всеми входящими в его состав ТЭ, к энергии, которая была запасена в использованном водороде:

$$\eta_c = W / Q, \quad (1)$$

где  $W$  – выработанная мультистеком электроэнергия (кВт·ч);  $Q$  – энергия, которая была запасена в водороде, поступившем на вход мультистека (кДж).



Значение  $W$  можно выразить в кДж ( $1 \text{ кВт}\cdot\text{ч} = 3,6 \text{ кДж}$ ), используя выражение:

$$W = \sum_{i=1}^k (U_{i\text{ТЭ}} \cdot I_{i\text{ТЭ}} \cdot \Delta t \cdot 3,6) / 60, \quad (2)$$

где  $P_{i\text{ТЭ}} = U_{i\text{ТЭ}} \cdot I_{i\text{ТЭ}}$  – мощность на выходе ТЭ (кВт);  $\Delta t$  – интервал времени, за который определялась выработка электроэнергии (мин);  $k$  – количество работающих ТЭ (шт).

Значение  $Q$  можно определить, измерив расход водорода, который переведен в количество вещества:

$$Q = \sum_{i=1}^k (n_i \cdot 286), \quad (3)$$

где  $n_i$  – количество вещества (моль) определяется с учетом рабочих параметров ТЭ (давление водорода и температура), используя уравнение Клапейрона-Менделеева:

$$n_i = (P \cdot V) / (R \cdot T), \quad (4)$$

где  $P$  – давление (атм);  $V$  – объем использованного водорода (л);  $R = 0,821 \text{ л}\cdot\text{атм} / \text{моль}\cdot\text{К}$  – газовая постоянная;  $T$  – температура (К).

Результаты моделирования показали, что при нагрузках более 2 кВт наиболее эффективным является равномерное распределение мощности между всеми ТЭ. Установлено, что начиная с мощности нагрузки 2 кВт и меньше, наибольшая эффективность достигается при нулевой нагрузке одного или нескольких ТЭ. При этом существует два варианта использования ТЭ – работа на холостом ходу или полное отключение. В работе выполнен анализ обоих вариантов использования ТЭ. С учетом полученных результатов для рассматриваемого мультистека разработан алгоритм оптимального управления его работой.

Исследование выполнено в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема №FSWE-2022-0005).

---

**Р.Ш. Бедретдинов** Экономическая оценка эффективности применения гибридного энергетического комплекса на основе водорода // Интеллектуальная электротехника. 2021. № 4. С. 47-58.

# Преобразователи параметров электрической энергии

УДК 621.314

ВЕРШИНИН А.С., ВИХОРЕВ Н.Н.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МОЩНОСТИ ДИНАМИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ОТ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ДАТЧИКА ТОКА В ИНВЕРТОРЕ НАПРЯЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Применение мягкой коммутации в инверторах напряжения [1,2] позволяет существенно снизить тепловые потери и создает более благоприятные условия для работы силовых транзисторов. Основное отличие исследуемого инвертора в резонансном  $LC$ -контуре, где два встречно включенных дополнительных коммутационных транзисторов обеспечивают контур протекания тока через резонансный дроссель.

Для измерения тока дросселя может быть использовано три основных типа датчиков тока: трансформаторный датчик тока, токовый шунт, датчик тока на эффекте Холла. Время коммутационного процесса составляет 500 нс, а амплитуда достигает 60 А. Трансформаторные датчики тока имеют гальваническую развязку, но не могут применяться в цепях с изменяющейся длительностью измеряемого сигнала. Токовый шунт дешевое и точное средство, но отсутствует гальваническая развязка, требуется усиления сигнала с помощью операционного усилителя который имеет собственные шумы, приводящие к искажениям и ложному срабатыванию СУ. Датчики тока на эффекте Холла имеют гальваническую развязку, быстрое и точное измерение, из-за принципа действия тепловые потери отсутствуют, но их стоимость в разы выше рассмотренных ранее типов датчиков тока.

Взяты датчики тока компании *LEM* с максимальным диапазоном изменения  $\pm 100$  А: *LF 205-S/SP3* с погрешностью измерения 0,5 % и *LAH 100-P* с погрешностью измерения 1 %.

Важным условием для применения данных датчиков является то, что время колебательного процесса резонансного контура должно быть больше чем время реакции датчика.

**Таблица 1**  
**Результаты**

Частота коммутаций, кГц	Погрешность датчика, %	$P_{дин}$ сил. транзистора за период сети, мВт	$P_{дин}$ комм. транзистора за период сети, Вт	$P_{дин}$ без цепи мягкой коммутации, Вт
50	0,5	0,05	4,2	400
	1	0,25	9	
	5	2,7	38	

Увеличение погрешности датчика отрицательно влияет на эффективность цепи мягкой коммутации, но даже при наихудшем исследуемом случае (погрешность датчика 5 %)

динамические потери в 10 раз ниже чем в схемах инверторов без мягкой коммутации, что говорит о высоком КПД устройства.

### Библиографический список

1. Садовский Н.А., Вихорев Н.Н., Алешин Д.А. Исследование влияние величины нагрузки на коммутационные процессы в квазирезонансном инверторе напряжения / Н.А. Садовский, Н.Н. Вихорев, Д.А. Алешин// Актуальные проблемы энергетики, Секция1: Преобразователи параметров электрической энергии 2021 – 40-45с.
2. Садовский Н.А., Вихорев Н.Н., Алешин Д.А. Исследование инвертора напряжения с дополнительной цепью мягкой коммутации / Н.А. Садовский, Н.Н. Вихорев, Д.А. Алешин // XXVI Нижегородская сессия молодых ученых (технические, естественные науки), 2021.

УДК 621.314

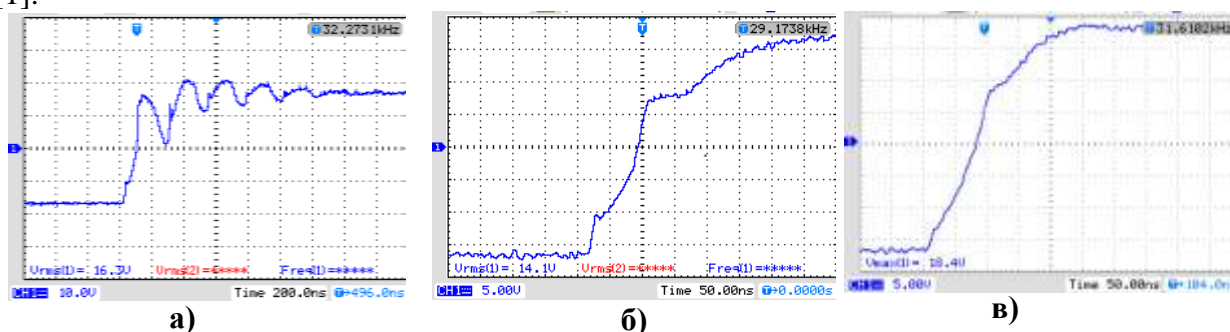
ЗАГЛЯДНОВ А. С., МУРАШОВ А.Д.

## К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ СИГНАЛА УПРАВЛЕНИЯ ЗАТВОРОМ СИЛОВОГО ТРАНЗИСТОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Стабильность работы высокочастотных импульсных преобразовательных устройств определяется созданием благоприятных условий для работы силовых транзисторных ключей. В настоящее время наиболее популярными являются ключи на МДП транзисторах и на БТИЗ, однако, они имеют особенность – паразитные емкости, которые определяют быстродействие транзистора, а также величину динамических потерь. Величины ёмкостей  $C_{зи(зэ)}$  и  $C_{зс(зк)}$  зависят от структуры транзисторного ключа. Заряд этих ёмкостей осуществляется драйвером, чьи возможности определяют работу преобразователя.

Можно выделить следующие способы контролировать заряд затворных емкостей: сопротивлением затвора (скорость и время коммутации задаются сопротивлением при фиксированном напряжении управления), напряжением (скорость коммутации в этом случае определяется  $dv/dt$  приложенного к затвору), током (определяет скорость заряда затвора) [1].



**Рис. 1. Напряжение на затворе транзистор:** а) драйвер напряжения с затворным резистором и жесткой коммутацией, б) драйвер напряжения с затворным резистором и мягкой коммутацией, в) драйвер с источником тока

Осциллограмма напряжения затвора транзистора в режиме «жесткой коммутации» с ограничением  $di/dt$  затворным резистором представлена на рис. 1,а. В момент достижения уровня плато Миллера, из-за высокого значения  $di/dt$  при наличии индуктивностей в цепи нагрузки, на затворе наблюдаются колебания на перезаряд проходной емкости, что вызывает дополнительные динамические потери из-за попыток транзистора закрыться. Для исключе-

ния колебаний существуют решения с формированием траектории переключения транзисторов 1,б когда коммутация транзистора происходит в нуле тока [2].

Альтернативным решением является использование источника тока в затворе 1,в.

Изменяя ток заряда затворных емкостей можно изменять время открывания транзистора и, соответственно, время нарастания коллекторного тока. В преобразователях с режимом непрерывного тока дросселя – возможный сквозной ток будет ограничен по величине и не приведет к существенным динамическим потерям или выходу из строя ключа.

### *Библиографический список*

1. **Арендт В., Ульрих Н., Тобиас Р., Турски В.** Управление изолированными затворами MOSFET/IGBT, базовые принципы и основные схемы // Силовая электроника. 2013. № 5.
2. **Гладышев, О.М.** Особенности топологии инверторных преобразователей NEON™ и способов их управления / О.М. Гладышев, Е.И. Медведев, И.М. Трофимов, В.И. Гребенщиков, А.С. Загляднов // Интеллектуальная Электротехника. 2022. № 1. С. 61-76.

УДК 621.354.7

КОНСТАНТИНОВ М.А., УЛЬЯНОВ Д.А., ВИХОРЕВ Н.Н.

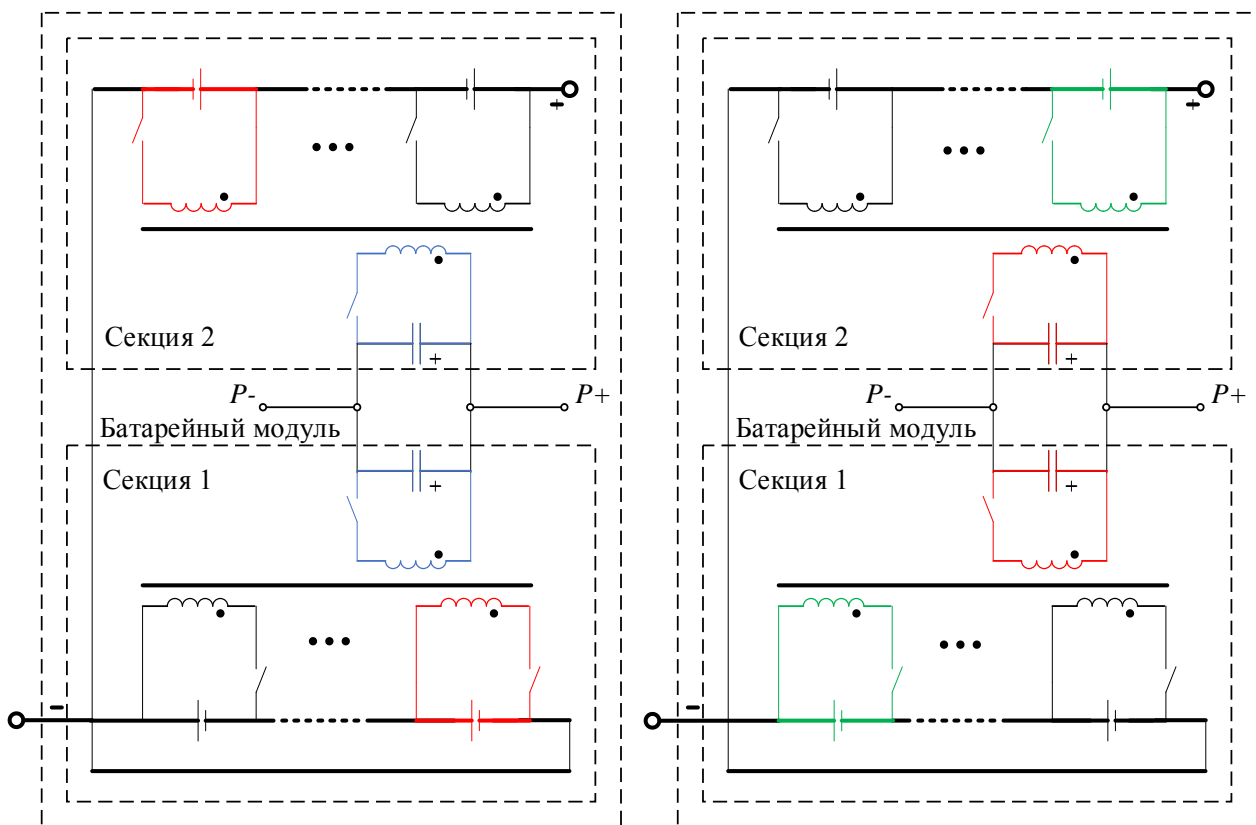
## **СИСТЕМА АКТИВНОЙ БАЛАНСИРОВКИ МНОГОЭЛЕМЕНТНОЙ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ С МНОГОКООРДИНАТНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ ЭНЕРГИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современное развитие различных областей электроэнергетики тесно связано с разработкой устройств накопления электроэнергии, основанных преимущественно на аккумуляторных (перезаряжаемых) гальванических элементах (ГЭ) [1]. В активном методе балансировки для передачи энергии от более заряженных ячеек к менее заряженным используются реактивные элементы индуктивности, ёмкости или трансформаторы, потери энергии в которых незначительны [2]. С увеличением числа элементов батарейной секции, приведённые решения могут быть неэффективны, так существенно растёт разбаланс отдельных групп ГЭ, ведущий к разбалансу АКБ в целом.

Предлагаемая модификация базируется на принципе трансформаторной балансировки [3], но без использования высоковольтной обмотки с передачей заряда для всей АКБ. Многокоординатная передача энергии между любыми элементами АКБ обеспечивается через общий ёмкостный накопитель. Применение двунаправленных транзисторных ключей и многообмоточного импульсного трансформатора (или дросселя) позволяет организовать целенаправленную передачу энергии между выбранными элементами. Величина энергии, передаваемая от ячейки с избыточным зарядом к ёмкостному накопителю, регулируется двухтактным обратногоходовым преобразователем.

Процесс передачи энергии (рис.1) разделён на две фазы. В первой фазе производится передача от элемента с избыточным зарядом (красный) в промежуточный ёмкостный накопитель (синий). Во второй фазе энергия передается от накопителя (красный) к элементу с недостаточным зарядом (зелёный). С ростом количества обмоток дросселя происходит уменьшение коэффициента магнитной связи и увеличение потока рассеяния, поэтому предпочтительней выполнять каждую балансировочную цепь на 4-8 элементов, согласовывая между собой с помощью дополнительной обмотки.



**Рис.1. Цепь активной балансировки двухсекционной АКБ на многообмоточном дросселе с ёмкостным накопителем в двух фазах работы**

### *Библиографический список*

1. **Deng D.** Li- ion Batteries: Basics, Progress, and Challenges / D. Deng // Energy Science and Engineering – 2015. - № 3. – С. 385–418.
2. **Мельничук О.В.** Особенности заряда и разряда литиевых аккумуляторных батарей и современные технические средства управления этими процессами / О.В. Мельничук, В.С. Фетисов // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – Уфа, 2016. – № 2. - С. 41-48.
3. **Pannickottu Nivya K.** Active Cell Balancing for a 2s Lithium Ion Battery Pack Using Flyback Converter and Push-Pull Converter / K. Pannickottu Nivya, K. Deepa // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering – 2021. - № 1070. - С. 13.

УДК 621.3

РОСТОВСКИЙ В.В., СЕРЕБРЯКОВ А.В., СЕРЕБРЯКОВ Н.А.

### **АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОНОМНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ С ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ НАГРУЗКОЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автономный источник энергии должен обеспечивать длительное бесперебойное питание объекта при различных параметрах окружающей среды. Значительное влияние на формирование структуры системы электроснабжения (СЭС) оказывает электрическая нагрузка. Процесс формирования электрических нагрузок потребителя имеет вероятностный характер.

- установленная мощность электроприемников в большинстве индивидуальных хозяйств не превышает 15 кВт;
- критическая минимальная нагрузка, которую должен обеспечивать источник питания, не превышает для большинства хозяйств 3 кВт;
- тепловая нагрузка 3-й категории составляет до 60 % от общей установленной мощности автономного потребителя [1].

Для питания какого либо электроприёмника необходимо, чтобы на выходе электростанции были стабильные параметры напряжения и частоты (380 В, 50 Гц), но ввиду того, что ветрогенератор крутится с постоянно изменяющейся скоростью, его выходные параметры нестабильны. Чтобы привести их к стабильному виду нужно выполнить ряд преобразований:

- выпрямить переменное напряжение при помощи полупроводникового выпрямителя и сгладить пульсации при помощи LC-фильтра;
- при помощи ШИП (широтно-импульсного преобразователя) постоянное напряжение преобразовать в регулируемое среднее (за период) среднее напряжение на выходе (это необходимо из-за того что напряжение на выходе будет постоянно варьироваться от  $U_{\min}$  до  $U_{\max}$ ;
- установить АИН (автономный инвертор напряжения) для формирования синусоидального напряжения на нагрузке с постоянным напряжением и частотой (380 В, 50 Гц).

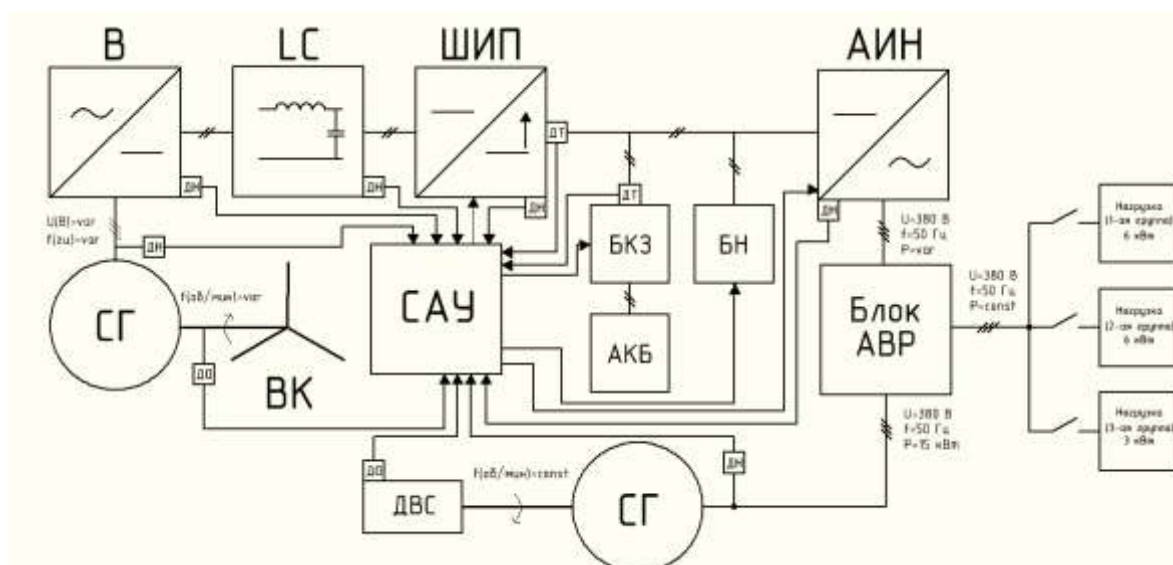


Рис. 1. Функциональная схема ВЭС с дифференцированной нагрузкой

Функциональная схема изображённая на рисунке 1 позволяет выполнить необходимый ряд преобразований, обеспечивает бесперебойное электроснабжение для электроприёмников мощностью до 3 кВт за счёт наличия ДВС, обеспечивает дифференцирование нагрузки и питание электроприёмников мощностью до 15 кВт. Исследование выполнено в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема №FSWE-2022-0005)

**А.В. Серебряков, В.Г.Титов, Е.А.Чернов, А.В. Шахов.** Дифференцирование нагрузки в системах электроснабжения автономных потребителей // Труды Нижегородского Государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. Нижний Новгород, 2015, сборник №4. С. 203-209.

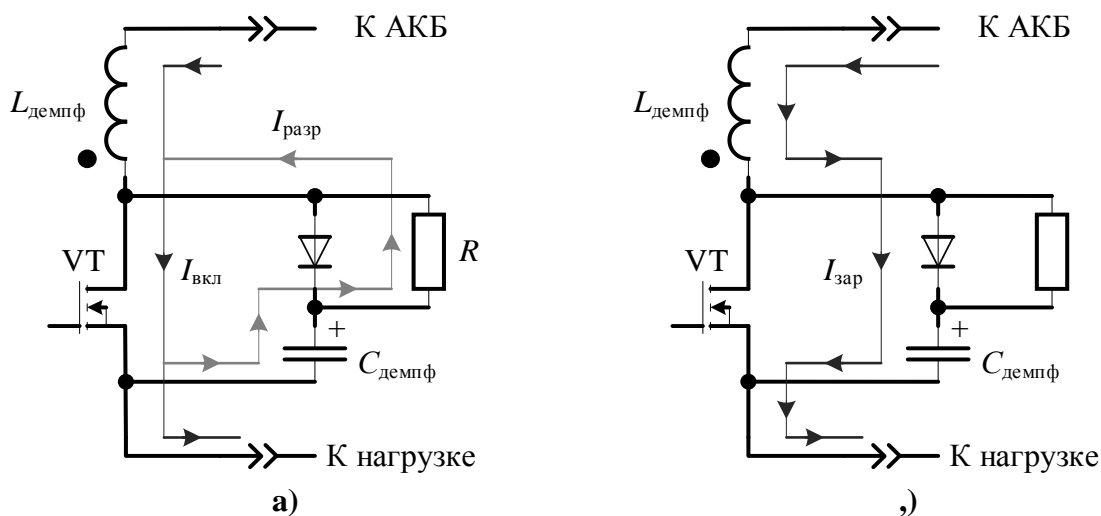
## ДЕМПФИРУЮЩАЯ ЦЕПЬ СИЛОВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ МНОГОМОДУЛЬНОЙ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

В широких областях электроэнергетики нашли применение мощные аккумуляторные батареи в качестве резервного источника питания. В основном модули АКБ формируются за счет последовательного соединения гальванических элементов. Для наращивания тока резервного накопителя применяется параллельное соединение требуемого числа модулей. При этом каждый модуль имеет систему управления и контроля, которая должна следить за параметрами АКБ, такими как их температура, напряжение, ток и в случае выхода контролируемых параметров из допустимого диапазона отключать АКБ от нагрузки [1].

В случае, если система управления не централизована, то сигнал на отключение модулей от нагрузки может прийти с некоторым временем рассогласования [2]. При данных условиях через модуль, сигнал на отключение которого пришел позже всех, будет протекать полный ток нагрузки, что может привести к выгоранию полупроводниковых силовых ключей.

Наиболее простым решением данной проблемы является применение полупроводниковых силовых ключей, рассчитанных на полный ток нагрузки, в каждом модуле АКБ [3]. Однако применение более мощных полупроводниковых ключей является необоснованно-избыточным и дорогостоящим решением. Поэтому предлагается решение данной проблемы на основе демпфирующей цепи, схема которой приведена на рисунке 1.



**Рис. 1. Демпфирующая цепь силового транзистора:** а) контур протекания тока во время включения, б) контур протекания тока во время выключения

Процесс включения основного силового транзистора связан с нарастанием тока через индуктивность  $L_{демпф}$ , а также разряда конденсатора  $C_{демпф}$  на токоограничивающий резистор. При этом значение индуктивности выбирается таким образом, чтобы в течение времени рассогласования  $\Delta t$  ток не превысил номинальную величину тока одного модуля с заданным отклонением  $\Delta I$ .

Выключение транзистора – быстрый процесс, протекающий за десятки или сотни наносекунд. Так как в цепи транзистора присутствует индуктивность, то процесс выключения будет сопровождаться перенапряжениями на полупроводнике. Для снижения перенапряжения до заданной величины  $\Delta U$  применяется демпфирующая ёмкость  $C_{демпф}$ .

### *Библиографический список*

1. Алексей Рыкованов, Сергей Беляев Активные и пассивные системы балансировки Li-ion аккумуляторных батарей // Компоненты и технологии. – 2014. - № 3 – С. 121 – 123.
2. Икатова А.Н. Разработка устройства защиты аккумуляторной батареи космического аппарата // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2020. - № 1 – С. 514 – 516.
3. Гельман М.В., Дудкин М.М., Преображенский К.А. Преобразовательная техника. Челябинск: ЮУрГУ, 2009. – С. 360 – 372.

УДК 621.314.6

ШИРШИН К.А., ВИХОРЕВ Н.Н.

### **ВЛИЯНИЕ НЕЛИНЕЙНОСТИ ДАТЧИКА ХОЛЛА НА ФОРМУ ТОКА В КОРРЕКТОРЕ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Перспективным источником топлива на сегодняшний день выступает водород. Он может быть использован для накопления, хранения и транспортировки энергии [1].

Одним из основных способов получения «зеленого» водорода был и остается водно-щелочной электролиз. Во время производства водорода данным образом используются выпрямительные установки. При их применении ток из сети потребляется импульсно. Вследствие этого увеличивается полная потребляемая мощность и снижается коэффициент мощности (КМ). Эту проблему может решить внедрение в источник питания активного корректора коэффициента мощности (ККМ).

Предлагаемое схемотехническое решение в своей основе содержит ККМ в составе многофазной низковольтной схемы выпрямления с нулевым проводом. Данное решение позволяет снизить негативное влияние на распределительную сеть и потребителей, подключенных к ней. Принцип работы каждой фазы источника питания аналогичен однофазному корректору коэффициента мощности. Одним из преимуществ предлагаемого решения является низкий коэффициент пульсаций на выходе преобразователя за счет постоянной передачи энергии с 3 фаз.

В основе системы управления схемотехническим решением лежит алгоритм управления, выполняющий функции контроля и задания параметров преобразователя. Ядром системы управления является микроконтроллер *Atmega16*. Главная ее задача – это задание синусоидального тока в каждой фазе преобразователя. Основными измерительным элементом является датчик тока, который преобразует величину тока, проходящего через него, в выходное напряжение и сравнивает с опорным. На основе этих данных вырабатывается сигнал рассогласования и подается на электронные ключи.

В данное время особой популярностью для измерения параметров электрических цепей пользуются датчики, основанные на эффекте Холла. Одним из недостатков при их применении является нелинейность выходного напряжения от величины магнитного поля. Она особенно проявляется при приближении измеряемого тока к максимальному номинальному значению [2]. При увеличении расхождения величины тока, протекающего по цепи и передаваемого в систему управления, происходит увеличение пульсаций тока. Вследствие чего форма тока в фазах преобразователя становится менее синусоидальной, уменьшается КМ, растут потери в распределительных сетях и ухудшается форма напряжения сети.

Несмотря на вышеописанные явления, которые не дают достигнуть системе управления преобразователем максимальной эффективности, удалось снизить коэффициент гармо-



ник в сравнении с 12 импульсной мостовой схемой более чем в 4 раза до 2.5%, что говорит о несомненной эффективности предлагаемого решения.

### *Библиографический список*

1. **Ковалев С.Ю., Блам И.Ю.** Перспективы водородной энергетики в контексте энергетического перехода // ЭКО. 2021. № 7. С. 56-72.
2. **Эрик Ланге.** О некоторых аспектах применения датчиков — преобразователей тока. //Силовая электроника. – 2014. - № 6 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://power-e.ru/wp-content/uploads/5160.pdf>

УДК 621.753

АБРАМОВА О.О., ГРЕБНЕВ Е.С., ТРУШКИНА М. В., КУЛИКОВА Е.А., ЗИМИНА Е.В.

### ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЧЕРТЕЖА»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из основных этапов технологической подготовки производства является технологический контроль конструкторской документации, который проводится в соответствии с ГОСТ 14.206-73 «Технологический контроль конструкторской документации» с точки зрения соблюдения норм и требований по технологичности конструкции изделий в конкретных производственных условиях. Задачи технологического контроля зависят от стадии разработки конструкторской документации и вида изделия.

На этапе разработки чертежей деталей технологический контроль предусматривает как качественный анализ детали по форме, так и оценку технологичности конструкции детали с точки зрения увязки точности размеров с шероховатостью поверхности и допусками формы и расположения [1], [2], [3] с целью обеспечения применения наиболее целесообразных высокопроизводительных методов обработки.

Как известно, для получения требуемой точности и качества обработки основной характеристикой для цилиндрических поверхностей является допуск размера ( $T_p$ ), а для плоских поверхностей - допуск расположения. К неосновным характеристикам относятся шероховатость ( $R_a$ ) и допуск формы ( $T_\phi$ ). Между основными и неосновными характеристиками существует определенная связь. Так, для нормальной относительной геометрической точности зависимость между основными и неосновными (нормативными) характеристиками выражается следующими соотношениями [4]:

$$T_{\phi(\circ)} = 0,3T_p, T_{\phi(\square)} = 0,6T_p, R_a = 0,05T_p, R_b = 0,1T_b.$$

При выполнении указанных условий требования чертежа могут быть выполнены на основных этапах обработки. Если значения допусков формы и шероховатости поверхности по чертежу будут меньше нормативных, то технолог должен назначить отделочный этап обработки, если больше – делается вывод о необходимости внесения изменений в чертеж.

Предлагаемый модуль «Технологический контроль чертежа», выполненный в программе Excel, позволяет в автоматизированном режиме провести увязку значений требований к поверхностям деталей и сформировать планы их обработки. Модуль состоит из отдельных блоков, каждый из которых решает определенную задачу технологического контроля:

- Блок 1 – определение предельных отклонений размеров по классам допусков;
- Блок 2 – определение классов допусков по значениям предельных отклонений;
- Блок 3 - определение отклонений размеров с неуказанными предельными отклонениями;
- Блок 4 – определение общих допусков формы и расположения;
- Блок 5 – анализ соответствия шероховатости поверхностей точности размеров;
- Блок 6 - анализ соответствия допусков формы поверхности точности размеров;
- Блок 7 – анализ допусков расположения.
- Блок 8 – определение этапов и планов обработки элементарных поверхностей.

Результатом работы программы являются сформированные планы обработки элементарных поверхностей деталей машин, которые далее используются для разработки технологического процесса обработки детали. Предлагаемый модуль позволит сократить сроки проектирования технологических процессов обработки деталей, а также исключить ошибки

субъективного характера, вызванные недостаточным опытом разработчика или отсутствием необходимых нормативных материалов.

### *Библиографический список*

1. ГОСТ 25346-2013 «ОНВ. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки».
2. ГОСТ 2789-73 «Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики».
3. ГОСТ 24643-81 «ОНВ. Допуски формы и расположения. Числовые значения».
4. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х т./А.М.Дальский [и др.]; Под ред. А.М. Дальского [и др.]. – М.: Машиностроение, 2003. – 910 с.

УДК 678.5

АНОСОВА Д. И., ИЛЬЧЕВА К.А., ШАМШИНА О.Н., БАЕВСКИЙ А.А.

### **СОКРАЩЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ПОТЕРЬ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЛАСТМАССОВЫХ ДЕТАЛЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

В настоящее время литьевая продукция из полимерных материалов пользуется повышенным спросом и особой актуальностью. Полимерные материалы отличаются высокой прочностью, износостойкостью и, одновременно, малым удельным весом и простотой в изготовлении. Поэтому производство литьевых пресс-форм и пластмассовых деталей сейчас очень востребовано [1]. Пластмассы применяются в комплектующих для автомобилей, самолетов, поездов; в качестве корпусов различных приборов, крышек, втулок и заглушек. Использование тары из полимерных материалов для транспортировки и хранения пищевых продуктов и различных товаров химической, фармацевтической, нефтеперерабатывающей промышленности и других отраслей, именно поэтому резко возросла потребность в увеличении производства изделий из термопластов.

Требования к качеству литьевых изделий, произведенных из инженерных пластмасс, значительно повысились. Кроме того, в современной технике литьевые детали используются для решения все более сложных задач. Сложная взаимосвязь между конструкцией литьевых деталей и форм, свойствами выбранных пластиков и широким спектром параметров процесса литья под давлением требует достаточно опыта, чтобы получить оптимальный результат. Это особенно важно, если ошибки при переработке, которые часто могут быть обнаружены лишь на конечной стадии проекта, нужно исправить в кратчайшие сроки.

Для того, чтобы установить причину возникновения дефектов при производстве пластмассовых деталей на предприятиях, следует провести мониторинг всех внутренних потерь по проектам. Этот статистический метод позволит выявить самую убыточную деталь в рассматриваемом проекте. С целью снижения внутренних потерь от данной несоответствующей продукции целесообразно определить причины высокой дефектности детали, определить и внедрить корректирующие мероприятия. Брак может возникать либо при наладке, либо уже непосредственно в процессе производства данной детали. При помощи диаграммы Парето, построенной по всем возможным видам дефектов на деталь, и FMEA-анализу было определено, что наибольшее влияние на брак имеют дефекты «Включение постороннего материала» и «Недолив детали». Для их устранения целесообразно внедрить ряд мероприятий, направленных на снижение уровня дефектности, за счет эффективной разработки корректирующих и предупреждающих действий [2].

Первичной рекомендацией для решения проблемы является строгий контроль параметров литья с регистрацией в карте запуска, периодическое обучение персонала по устранению

литьевых дефектов, строгое соблюдение инструкции для наладчика по очистке воздушных каналов формы. Так же для оборудования рекомендуется составить график более частого технического обслуживания и ввести контроль выполнения данного графика. В ряд мероприятий по устранению потенциальных причин возникновения дефекта «Включение постороннего материала» следует внести требование в рабочую инструкцию по продувке бункера для сушки сырья с целью исключения попадания другого материала. В план мероприятий по устранению потенциальных причин возникновения дефекта «Недолив детали» необходимо внести ревизию термопластавтомата и горяче-канальной системы пресс-формы [3]. Прогностический анализ, проведенный после корректирующих мероприятий, позволяет сделать вывод, что благодаря внедрению корректирующих мероприятий и придерживанию рекомендаций, удалось значительно сократить внутренние потери на производстве.

### ***Библиографический список***

1. **Крыжановский В.К., Кербер М.Л.** «Производство изделий из полимерных материалов» - СПб.: Профессия, 2004.-320 с.
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. – М.:Стандартинформ, 2015.-25 с.
3. ЗАО «ПК Автокомпонент Нижний Новгород»: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.autocomponent.info/> (Дата обращения 03.04.2023).

УДК 658.5

БАЛАКИНА О.В., ПРИВАЛ А.Е.

## **СНИЖЕНИЕ ДОЛИ ДЕФЕКТНОЙ ПРОДУКЦИИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Функционирование, надежность и управление ряда приборов и устройств существенно зависит от систем обеспечения требуемых температурных режимов их работы. В последние годы развитие нанотехнологий, разработка и создание нанобъектов и их наносистем выявили множество новых технологий и задач, связанных с тепловыми свойствами таких систем [1].

Термоэлектрические (далее ТЭ) модули – небольшие устройства, представляющие собой последовательно соединенные в электрическую цепь полупроводниковые термоэлементы.

Такой модуль позволяет осуществлять как прямое преобразование энергии (из электрической в тепловую) – режимы охлаждения или нагрева, так и обратное преобразование – режим генерации электрической энергии, может также использоваться как устройство для измерения температуры или потока тепловой энергии [2].

В настоящее время объекты электронной техники и электронной оптики, характеризующиеся малыми массой и размерами, небольшими собственными тепловыделениями и умеренно низкими температурами охлаждения, требуют создания миниатюрных и сверхминиатюрных ТЭ модулей. Микромодули имеют размеры на уровне единиц миллиметра, а линейные размеры термоэлементов – на уровне 0,15–0,2 мм.

В соответствии с международными и национальными стандартами к ТЭ модулям предъявлены высокие требования по качеству и надежности.

Использование статистических методов способствует повышению качества продукции и процессов на всех стадиях жизненного цикла [3]. Для решения проблем предприятия, связанных с браком на операциях производственного процесса и в готовых изделиях, используется Диаграмма Парето, после с помощью ABC-анализа проводится обработка информации.

Анализ деятельности лидирующей компании отрасли по количеству брака и видам дефектов показал, что основной вклад в общий уровень процента брака вносят дефекты, которые относятся к браку по внешнему виду: сколы и трещины ветвей, дефекты пайки ветвей, царапины и припои на плате, дефекты внешнего вида токовыводов, сколы и трещины плат. Эти дефекты являются следствием преимущественно ручных сборочных операций и обусловлены наличием строгих требований ко внешнему виду изделий со стороны заказчиков. Устранение этой группы дефектов приведет к значительному снижению процента брака на производстве.

Следовательно, для усовершенствования технологических процессов, улучшения эффективности выполнения контрольных операций, повышения производственных мощностей требуется закупка и запуск нового оборудования – линий автоматизированной сборки модулей, также для увеличения выхода годной продукции необходимо осуществлять операции при сборке модулей с использованием микроскопа.

Еще одной возможностью достичь желаемого уровня выхода годной продукции является пересмотр внутренних критериев к внешнему виду продукции, так как мелкие царапины, сколы, неровности пайки и т.п. не влияют на качество. Подобные изменения помогут не только снизить уровень брака, но и без потери качества продукции снизить затраты на ее себестоимость.

### ***Библиографический список***

1. **Дмитриев, А.С.** Введение в нанотеплофизику : монография / А.С. Дмитриев. – 2-е изд. Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 793 с.
2. **Булат, Л.П.** Термоэлектрические охлаждающие устройства: методические указания для студентов спец. 070200 Техника и физика низких температур : методические указания / Л.П. Булат, Е.В. Бузин. – Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2001. – 41 с.
3. **Хазова, Вер.И.** Инструменты системы менеджмента качества : учеб. пособие / Вер.И. Хазова, Вик.И. Хазова. – Нижний Новгород : Изд-во НГТУ, 2021. – 120 с.

УДК 621.825.6

БЛОХИНА А.С., ПЛАТОНОВ А.В., КРАСНОЩЕКОВА В.М., ЩЕГЛЕТОВ К.А.,  
НЕЙЛЫК И.О., КОРШУНОВ Е.С.

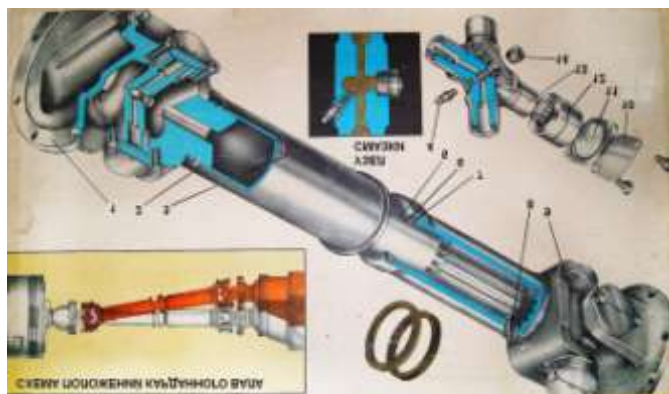
## **ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ КРЕСТОВИН КАРДАНЫХ ВАЛОВ**

Арзамасский политехнический институт, филиал Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева

Крестовина карданного вала (рис.1 справа вверху) используется для передачи крутящего момента к колесным приводам при меняющемся положении колес при движении автомобиля. Функция крестовин заключается в передаче вращения валам, которые работают под углами друг к другу.

При неисправностях, возникающих в крестовине, возможно появление дисбаланса карданного вала, в результате чего возникает вибрация автомобиля, появляется излишняя нагрузка на вал коробки перемены передач двигателя. Деформации наружных поверхностей шипов крестовин появляются в результате сухого трения о них иголок подшипников. Разрушение корпусов подшипников и посадочных поверхностей отверстий вилок карданных валов являются причиной недостаточного объема смазки в рабочих поверхностях

подшипников и неплотного сопряжения резиновых манжет с наружными поверхностями корпусов подшипников.



**Рис. 1. Типовая схема карданного вала, обозначение его элементов и схемы смазки**

Изучение состояния вопроса смазки трущихся поверхностей в крестовинах в процессе их изготовления по источникам технической литературы и по доступным инструкциям технического обслуживания автомобильной техники показали противоречивые сведения. В частности, не обнаружено сведений по визуальной и инструментальной индикации степени заполнения смазкой рабочих полостей подшипников крестовин и единого регламента по замене смазки. Можно предположить, что именно, наличие необходимого объема смазки в крестовинах и ее сохранение от вытекания является важным фактором целостности шарниров крестовин.

Проводимые в институте исследования совместно с одним из предприятий города показали следующее. Смену смазки в подшипниках крестовин необходимо производить только после разборки их при снятом карданном вале. Требуется, на наш взгляд, незначительные изменения конструкции крестовин для обеспечения сброса избыточного давления воздуха при нагнетании смазки в подшипниковые узлы крестовин. По результатам исследований предполагается подача заявки на получение патента и разработка технических условий (регламента) на обслуживание крестовин карданных валов.

УДК 65.011.8

БОБРОВ Д.А.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИ ВЫСОКОЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ ТРЕБОВАНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

На сегодня промышленный сектор российской экономики испытывает увеличивающееся давление со стороны конкурентов на внутреннем и мировом рынках. В условиях жесткой глобальной конкуренции выживут только те предприятия, которые смогут поддерживать высокую скорость реакции на меняющиеся запросы потребителей и контролировать качество своей продукции, реализуя эти требования с максимально возможной точностью в функциональных характеристиках производимых товаров и оказываемых услуг.

Важным фактором в обеспечении конкурентоспособности продукции является уровень качества и стабильности производственно-технических процессов.

Анализ современного состояния проблемы управления качеством производственно-технических процессов показывает, что для обеспечения на выходе объекта управления (процесса) конечного результата работы, необходимых (плановых) технико-экономических

показателей (ТЭП), с акцентом на направление повышения их результативности и эффективности за счет широкого применения процессного системного подхода, существует острая необходимость дальнейшего совершенствования форм.

Цель работы заключается в повышении результативности технологических систем в условиях индивидуальных параметров и требований потребителя к продукции на базе процессного подхода и статистических методов управления.

Объект исследования. Технологические процессы производства с индивидуальными параметрами и требованиями потребителя к продукции. Предмет исследования. Управление качеством технологических процессов с индивидуальными параметрами и требованиями потребителя к продукции.

Методы исследования. Для решения поставленных задач используются современные инструменты и методы менеджмента качества, методы системного анализа, методы процессного подхода, оценки удовлетворенности потребителей, теория вероятностей и элементы математической статистики.

Эффективность применяемых методов подтверждается их широким использованием в различных прикладных исследованиях. В работе решаются важные научные и практические задачи по управлению качеством и непрерывному совершенствованию технологических систем в условиях индивидуальных параметров и требований потребителя к продукции. Разработанные принципы и подходы к управлению качеством высоковариативных технологических процессов направлены на обеспечение современного уровня качества высокотехнологичной продукции и конкурентоспособности производственных компаний.

Применение предложенной методологии и алгоритмов позволяет осуществлять быстрый поиск и совершенствование критических процессов, а комплексный подход позволяет учитывать требования потребителей на всех этапах производства продукции.

Исследование показывает, что процессный подход и статистический анализ процесса играют важную роль в предотвращении производственных дефектов. Разработанная методология может быть рекомендована для широкого применения в различных отраслях промышленности. Результаты исследований используются для повышения качества и стабильности самых разных технологических процессов, являющихся частью исследований и разработок

### ***Библиографический список***

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования»
2. **Сигео Синго**. Изучение производственной системы Тойоты с точки зрения организации производства – Москва: Институт комплексных страт исследований, 2010. – 312с.
3. **Запорожцев А.В.** Системный подход к управлению организацией. Фундаментальные исследования. Технические науки, № 7, 2017. – 30-34 с.

УДК 621

БУЛКИН А.А.

## **РАЗВИТИЕ И МОДИФИКАЦИЯ МЕТАМОДЕЛИ ДАННЫХ ДЛЯ ГИБКОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СЛОЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Главной целью современного машиностроения является изготовление продукции требуемого потребителем качества, номенклатуры и объема, в установленные сроки с минимальными потерями (временными, материальными и энергетическими).

Со временем, также идёт и усложнение конструкций самих изделий, рост требований заказчика к их качеству, усложнение конструкции и условий эксплуатации. Это возможно

лишь при автоматизации процесса принятия решений, что является целью данной работы и где она нашла отражение в появлении автоматизированной системы – система решения и поддержки жизненного цикла сложных изделий.

Для достижения указанной цели на современном машиностроительном производстве необходимо обеспечить:

- применение технологического оборудования, обеспечивающего автоматизацию, высокую производительность и гибкость переналадки на новую продукцию;
- внедрение высокотехнологичных САПР (систем автоматизированного проектирования);
- внедрение PDM/PLM систем, позволяющих предприятию комплексно уменьшать издержки производства, объединить все сложные процессы;
- применение технологических и организационных решений, в целом снижающих до минимума отрицательное воздействие человеческого фактора на производственный процесс.

Внедрение интегрированной автоматизированной системы управления однозначно связывается с высокоавтоматизированным производственным комплексом типа гибкого автоматизированного производства и даже полностью автоматизированного предприятия.

Существенным оказалось создание в рамках предприятия единого информационного пространства или интегрированной информационной среды, охватывающей все этапы жизненного цикла выпускаемой этим предприятием продукции. На различных этапах проводятся эксперименты с разрабатываемым объектом, в ходе которых, по полученным данным с датчиков и САЕ модуля, в модель будут вноситься определённые изменения и доработки.

Для реализации данной системы, будет необходима база данных управления данными об изделии, служащая ядром интегрированной информационной среды, в которой будет храниться следующее:

- данные о проекте;
- идентификационные и классификационные данные об изделии и его составных частях;
- структура и состав изделия;
- версии и варианты состава и структуры изделия;
- геометрические модели, чертежи и другие конструкторские документы в различных форматах;
- характеристики изделия и его составных частей;
- данные о материалах, стандартных деталях, комплектующих изделиях и т.д.;
- данные о технологии изготовления изделия и его составных частей, об оснастке, инструменте и др.
- сведения об организационной структуре и функциях участников жизненного цикла изделий.

УДК 621.43

ВИНОГРАДОВ А.А.

## **ПОЧЕМУ ВОДОРОДНОЕ ТОПЛИВО ДО СИХ ПОР НЕ СТАЛО СПАСЕНИЕМ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА?**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Водород в качестве топлива давно известен миру, еще с 1806 года, когда французский изобретатель Франсуа Исаак де Риваз изобрел двигатель, работающий на водороде, который получал с помощью электролиза вручную в момент опускания поршня. В течение двухсот лет было разработано еще очень много разновидностей НИСЕ (водородные двигатели внут-



ренного сгорания) и о них можно многое рассказать, но этой статье НИСЕ рассмотрен, как переходная технология.

С энергетической точки зрения водород, несомненно, является лидером с теплотой сгорания 120 МДж/кг при полном отсутствии углерода в молекуле. А также обладает самыми широкими пределами воспламенения, что создает трудности при его использование в качестве топлива для искровых ДВС. Приемлемая работа может быть достигнута лишь при значительном обеднении смеси. При этом по сравнению с бензиновыми двигателями, в водородных двигателях наблюдается теоретическое снижение относительной удельной мощности примерно до 82%. Однако использование прямого впрыска водорода обеспечивает 117% удельной мощности, обеспечиваемой бензиновыми системами, что в свою очередь увеличивает выброс  $NO_x$ . Решением этой проблемы является турбонаддув для обеспечения низкого крутящего момента и повышения удельной мощности систем НИСЕ. Но решение этой проблемы не приближает нас к основной цели: «Создание НИСЕ на долгосрочной основе».

Нельзя забывать о хороших диффузионных свойствах водорода, например его вступление в реакцию с металлическими элементами двигателя или даже моторным маслом. А также способность просачиваться через стенки сосудов, что может привести к непоправимым последствиям, например к возгоранию. Отсюда следующий вопрос, который можно разделить на две – способ хранения и утечки. Основными способами являются: хранение в газовых баллонах; криогенный и металлогидридный. Но ни один из этих вариантов не является универсальным и практичным, так как все обладают рядом отрицательных моментов. Например, хранение сжатого газообразного водорода требует весьма тяжелых и объемных баллонов, а криогенный способ подразумевает сжижение водорода и хранение его в теплоизолированных сосудах при температуре -235 градусов, что является достаточно энергозатратным процессом. Самыми перспективными являются твердые накопители, так называемые металлогидриды. Но, чтобы это было экономически выгодно, такой металлогидрид должен «впитывать» не менее 6% водорода, что достичь практически невозможно. Но даже если опустить проблемы с мощностью и его хранением, то остается еще одна проблема – как организовать производство водорода в больших количествах. Как всем известно, производство водорода всегда являлось очень энергозатратным, а, следовательно, и экономически невыгодным.

Подводя итог, можно сказать, что использование водорода в качестве топлива является технически сложными и энергозатратным при производстве, однако благодаря своим энергетическим свойствам и неисчерпаемому запасу остается перспективным направлением в энергетике и машиностроение.

### ***Библиографический список***

1. Википедии — свободная энциклопедии. [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Двигатель\\_де\\_Риваза](https://ru.wikipedia.org/wiki/Двигатель_де_Риваза), свободный. – Загл с экрана (Дата обращения 24.04.2023).
2. «ЭкоГрад. Московский экологический журнал» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://ekogradmoscow.ru/eko/eko-interesno/13184-vodorodnoe-toplivo-v-blokadnom-leningrade>, свободный. – Загл с экрана (Дата обращения 24.04.2023).
3. Green Car Congress/ [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://www.greencarcongress.com/2006/02/hydrogen\\_intern.html](https://www.greencarcongress.com/2006/02/hydrogen_intern.html), свободный. – Загл с экрана (Дата обращения 24.04.2023).
4. Автомобильные роторно-поршневые двигатели. Н.С.Ханин, С.Б.Чистозвонов. Схема двигателей с вращательно-возвратным движением поршней. Учебн. для техник, 1964 - 25-30с. (Дата обращения 24.04.2023).

## **ОЦЕНКА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТАЛОСТНЫХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ 3D-ПЕЧАТИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последние годы 3D-печать стала одним из самых эффективных и передовых методов изготовления металлических деталей: технология 3D-печати позволила производить сложные и точные детали, которые были бы невозможны при использовании традиционных методов. Однако при использовании этого метода производства необходимо обеспечить соответствующие усталостные свойства металла, чтобы гарантировать безопасность и долговечность изделия.

Оценка усталостных свойств металлов является важным этапом в процессе проектирования и производства металлических деталей. Усталость — это способность металла сопротивляться разрушению при повторяющихся нагрузках в течение длительного периода времени. Чтобы оценить усталостную прочность металла, необходимо провести ряд испытаний. Эти испытания определяют предел усталости материала, т.е. количество циклов нагрузки, при которых происходит разрушение металла.

Однако этот метод имеет ряд ограничений, так как он требует значительных затрат на проведение испытаний, а также может быть связан с определенными рисками для оборудования и персонала. Поэтому нейронные сети могут стать эффективным инструментом для оценки и обеспечения усталостных свойств металлов, полученных методом 3D-печати.

Примером применения нейронных сетей для оценки усталостных свойств металлов, полученных методом 3D-печати, может быть использование глубокого обучения для создания моделей, которые могут предсказывать усталостные свойства материала на основе его структуры и состава, а также с применением методов неразрушающего контроля. Для этого можно использовать нейронные сети, которые обучаются на основе большого количества данных, полученных в результате испытаний на усталость металлов, полученных методом 3D-печати.

В настоящее время сотрудники и студенты НГТУ им. Р.Е. Алексеева занимаются разработкой и апробацией нейронных сетей такого типа. Так, например, была разработана и обучена нейронная сеть, позволяющая на основе анализа структуры металла с изображения, полученного с помощью электронного микроскопа, определить число отработанных циклов, а также запас прочности образца, изготовленного из сплава 09Г2С и 07Х25Н13 методом 3D-печати. Апробация нейронной сети показала, что точность определения остаточного ресурса материала и числа уже отработанных циклов может достигать 98%.

Также была разработана и обучена нейронная сеть, позволяющая на основе серии опытов диагностики сплавов 09Г2С и 07Х25Н13, полученных методом 3D-печати, с использованием методов неразрушающего контроля, определить число отработанных циклов и запас прочности образца.

Апробация нейронной сети показала, что точность определения остаточного ресурса материала, числа отработанных циклов, достигает 95%.

Таким образом, использование нейронных сетей для оценки и обеспечения усталостных свойств металлов, полученных методом 3D-печати, может привести к более эффективному процессу производства, повышению качества продукции и сокращению затрат на проведение испытаний. Это может стать важным фактором для компаний, занимающихся производством изделий методом 3D-печати, и помочь им оставаться конкурентоспособными на рынке.

1. Технология 3D-печати методом электродуговой наплавки. Структура и механические свойства изделий при низких температурах: монография / Ю. Г. Кабалдин [и др.]; под ред. Ю. Г. Кабалдина. – Нижегород. Гос. Техн. Ун-т им. Р. Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2020. – 134 с.
2. Оценка структурных повреждений в материалах, полученных на основе 3D-печати электродуговой наплавкой на основе фрактального анализа микроструктур. Кабалдин Ю. Г., Аносов М. С.
3. Оценка структурной поврежденности стали 09Г2С, полученной на основе аддитивной электродуговой наплавкой при малоцикловой усталости. Кабалдин Ю. Г., Аносов М. С., Рябов Д. А., Шатагин Д. А., Желонкин М. В.

УДК 621

ГАНИЧЕВ Д.Д.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ЦИНКОВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Гальванизация металла на данный момент находит широкое применение в различных отраслях промышленности: авиастроении, автомобилестроении, электротехнике. Детали, на которые нанесено гальваническое покрытие после их обработки в высокотоксичных химических растворах, имеют повышенную износостойкость, сопротивление к возникновению и распространению коррозии, что продлевает срок службы изделий. По этой причине многие промышленные предприятия, занимающиеся гальванопокрытием металлов, предоставляющие подобные услуги, внедряют в производственный процесс автоматизированные гальванические линии, способствующие повышению производительности труда. Автоматизация управления технологическими процессами способствует продвижению технического прогресса.

В данной работе была поставлена задача по разработке автоматизированной гальванической линии цинкования, которую в дальнейшем можно будет внедрить на предприятие ПАО «Лысковский электротехнический завод». Для решения поставленной задачи был проведен анализ существующих типов подобных линий, изучен принцип их функционирования [1], исследованы основные виды и технология гальванической обработки металлов, организация гальванического производства [2], проведен подбор компонентов, из которых будет состоять автоматизированная линия, в соответствии с исходными критериями оптимальности. В состав разрабатываемой линии гальванопокрытий в общем виде должны входить следующие компоненты:

- 1) гальванические ванны;
- 2) подвески для перемещения деталей;
- 3) тельферный автооператор;
- 4) источник питания гальванических ванн;
- 5) программируемый логический контроллер;
- 6) индуктивные датчики, термометры;
- 7) трубчатые электронагреватели;
- 8) электрокалорифер;
- 9) воздухонагреватель;
- 10) реле управления;
- 11) ПК для написания управляющей программы.

Также в работе графически представлен алгоритм управления линией, демонстрирующий принцип перемещения подвесок с деталями от одной ванны к другой и нанесение галь-

ванического покрытия на изделия согласно техпроцессу. Помимо этого, разработана электрическая и структурная схемы линии.

В дальнейшем планируется внедрение разработанной автоматизированной гальванической линии цинкования на предприятие ПАО «Лысковский электротехнический завод» с целью оптимизации производственного процесса в гальваническом цеху, сокращения трудоемкости, уменьшения эксплуатационных расходов, минимизации брака.

### *Библиографический список*

1. **Новиков, А.Е., Даринцева, А.Б.** Гибкие автоматизированные гальванические линии: хрестоматия/Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2006. – 221 с.
2. **Виноградов, С.С.** Организация гальванического производства. Оборудование, расчет производства, нормирование/2005. – 240 с.

УДК 004.896

ГОЛИЧНИКОВ Д.А., ФЕДОСОВА Л.О., ЗОЛОТОВ А.В., ШАКИН Д.А.

## **ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

На этапе проверки качества изготавливаемой продукции большую роль играет визуально-оптический метод неразрушающего контроля [1]. Данный метод востребован в промышленности и может иметь широкое применение в самых различных производственных задачах, среди которых является обеспечение на входном контроле требуемого уровня качества таких изделий для энергетики как длинномерные трубы малого диаметра.

Требования к контролю задаются в технических условиях для соответствующих труб и не допускают наличие дефектов, таких как вмятины, трещины, риски, ржавчины и др.

На пути внедрения интеллектуальных систем контроля качества поверхности технических объектов в промышленности, стоят две основные проблемы, основанные на использовании теории нейронных сетей:

- недостаточность реальных изображений с дефектами (в том числе размеченных), необходимых для применения методов машинного обучения и решения задачи диагностирования состояния технического объекта т.е. бинарной классификация изображений труб на трубы с дефектами и чистые трубы без дефектов;
- необходимость разработки обоснованной процедуры подтверждения качества работы систем технического зрения, в том числе для регулирующих органов.

Одним из подходов к решению данных проблем, является применение трехмерных моделей технических объектов с нанесенными на них параметризованными дефектами. С помощью данных моделей можно создавать выборки размеченных изображений поверхности очень больших объемов, необходимых для обучения нейронных сетей. Кроме того, четкая взаимосвязь размеров и характеристик дефектов с их изображениями, позволяет получить доказательную базу, подтверждающую качество работы систем технического зрения [2].

В качестве среды разработки синтетической базы изображений целесообразно использовать профессиональное, свободное и открытое программное обеспечение для создания трёхмерной компьютерной графики Blender, которое обладает встроенными средствами автоматизации.

С целью формирования синтетической выборки методом создания реалистичных 3D моделей, производится отбор наиболее часто встречающихся дефектов, таких как продольная риска, кольцевая риска, вмятина, ржавчина и цвета побежалости.

Для автоматизированной генерации синтетических данных был разработан специальный программный модуль, который позволяет одновременно создавать и производить разметку изображений путем создания маски, а также позволяет структурировать визуальную информацию о состоянии технических объектов в виде подготовленной синтетической выборки для обучения нейронных сетей. Метод формирования синтетической выборки для обучения нейронных сетей позволяет применять нейросетевые технологии в задаче диагностирования технических объектов в условиях, где процесс получение реальных данных затруднен и наблюдается недостаток данных для обучения. Стоит отметить, что использование синтетических данных также позволяет упростить процесс подготовки данных для обучения за счет автоматического нанесения разметки.

### *Библиографический список*

1. **Цапаев, А.П.**, Методы и алгоритмы распознавания изображений для обнаружения дефектов внутренней поверхности труб с целью автоматизации визуального контроля: дис. канд. техн. наук. – Нижний Новгород., 2013.
2. L.O. Fedosova, O.V. Kretinin, E.V. Popov, A.P. Tsapaev, M.I. Tyurikov, Synthesis And Visualization Of Image Datasets Of Parametric 3d Model For Neural Network Training And Testing In Data-poor Conditions [Electronic resource] // Scientific Visualization – Electronic text data. – 2021. – volume 13. – number 5. – P. 65 - 77. – Mode of access: <http://sv-journal.org/2021-5/06>. –Title from screen.

УДК 621.914.32

ДАВЫДОВ А.М., КЛОЧКОВА Н.С., БАШКОВ А.А.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ МЕТОДОМ АДДИТИВНОГО ЭЛЕКТРОДУГОВОГО ВЫРАЩИВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из тенденций современного машиностроения является внедрение аддитивных технологий в промышленность. Известно, что данная технология позволяет создавать заготовки различной формы, которые могут быть нетехнологичными для других методов производства [1]. Однако стоит понимать допустимую область применения технологии – существенное снижение затрат наблюдается только на сложных деталях, выпускаемых малыми сериями. К таким деталям можно отнести элементы станочных приспособлений.

Проектирование сложных станочных приспособлений часто подразумевает необходимость использования нетехнологичных элементов конструкции [2], что приводит к долгим поискам альтернативных решений, либо увеличивать время на обработку деталей, что удорожает производство оснастки, а значит и изделий. Существуют методики автоматизированного проектирования станочных приспособлений, которые упрощают процесс поиска стандартных изделий и конструкций за счёт использование баз данных [3], однако не все элементы могут быть стандартизованы. При разработке приспособлений для авиационной, энергетической и оборонной промышленности использование стандартных элементов часто является невозможным.

Для решения данной проблемы предлагается использование электродуговой наплавки для изготовления сложных элементов станочной оснастки. Исследования показали, что мате-

риалы, полученные аддитивными методами, практически не уступают литым сталям [4], а значит, данные материалы подходят для изготовления станочных приспособлений.

Ключевой особенностью аддитивных методов при производстве станочной оснастки является возможность использовать ранее нетехнологичные формы и иметь значительно меньше ограничений при проектировании. Однако, для применения технологии требуется составление методик проектирования, допустимых ограничений и указания технологических возможностей метода. Особого внимания заслуживает так называемая топологическая оптимизация, применяемая в различных САПР, которая позволяет максимально адаптировать форму детали к силовым нагрузкам, которые она будет воспринимать. Технология аддитивного производства подходит для использования совместно с топологической оптимизацией конструкции детали.

Наша разработка направлена на разработку основных методик проектирования станочных приспособлений методом электродуговой наплавки, включающих конкретные примеры, области применения технологии и общие рекомендации.

### *Библиографический список*

1. Рейтлер К., Веслинг В. Текущее состояние исследований аддитивного производства с проволочной дугой (WAAM): обзор. Appl. Sci. 2021, 11, 8619. Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.3390/app11188619>
2. Усевич Н.И., Бинчуров А.С. Особенности проектирования специализированных приспособлений. Наука и образование: новое время 2018; 6(29); с 996-1002. Режим доступа: URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36880901>
3. Д.П. Кункевич, Ю.В. Полозков, А.А. Барышев. Автоматизированный синтез конструкций технологических приспособлений: Системный анализ и прикладная информатика 2019; 4; С 39-45
4. Сарафан, С., Ванджара, П., Голиपुर, Дж., Бернье, Ф., Осман, М., Сикан Ф., Молави-Заранди М., Сост. Дж., Брошу, М. Оценка мартенситностареющей стали, произведенной с использованием гибридного аддитивного/субтрактивного производства. J. Manuf. Mater. Process. 2021, 5, 107. <https://doi.org/10.3390/jmmp5040107>

УДК 65.012

ДОЛБУНОВА Т. Н.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ УЛУЧШЕНИЯ ПРОЦЕССОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Традиционная методика процесса улучшения, цикл PDSA или цикл Деминга (также известный как цикл Шухарта), представляет собой модель непрерывного улучшения качества, состоящую из логической последовательности четырех шагов: планирование, выполнение, проверка и действие [1].

Чаще всего на практике происходит ситуация, когда люди ориентируются на практические сиюминутные результаты и не определяют истинные причины «пожара». Это происходит потому, что «делание» — «продуктивно», в то время как планирование, проверка и изучение «непродуктивны» [2]. Когда выполняют конкретные действия по устранению проблем, появляется ощущение «движения вперед», в то время как при планировании улучшений, анализе причин несоответствия возникает ложное чувство безделья.

Прежде чем приступать к работе с циклом улучшения, необходимо провести подготовительный этап – изучить проблемную ситуацию, построив SADT – модель рассматриваемо-

го процесса и проанализировав ее на предмет наличия несоответствий и потерь. Этот этап позволит рассмотреть не только процесс, имеющий несоответствия и требующий улучшение, но и рассмотреть проблемную ситуацию во взаимодействии с другими процессами. Это позволит лучше узнать рассматриваемый процесс и предложить те действия, которые позволят устранить проблему.

Приступая к циклу PDSA, на первом этапе, Plan, выдвигается предположение, которое должно позволить на 80% устранить несоответствие, выявленное на подготовительном этапе, сократить потери, определяется, какие данные необходимо собрать, а также кто и где будет собирать эти данные.

Далее приступая к выполнению этапа Do, возникают ситуации, когда в реальной жизни невозможно (или невозможно в полной мере) реализовать запланированные действия. Тогда можно смоделировать будущее состояние с помощью метода Монте-Карло, рассчитав 1000 сценариев для текущего процесса и процесса после улучшения.

Сравнивая полученные значения с предположением, выполняют этап Study, в результате которого делают вывод о реализации изменений, которые были протестированы, или возвращаются к этапу Plan с полученным опытом и знаниями для дальнейших улучшений.

### ***Библиографический список***

1. Организация как система. Принципы построения устойчивого бизнеса Эдвардса Деминга. Генри Р. Нил, 2005 – 361 с.
2. Пространство Доктора Деминга. Принципы построения устойчивого бизнеса. Генри Р. Нил, 1996 – 344 с.

УДК 66.069.832

ЗАЙЦЕВ А.А., КОСЫРЕВ В.М., УТЕХИНА А.В., КОСЫРЕВ А.В.

### **ЦЕНТРОБЕЖНАЯ ФОРСУНКА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,  
Дзержинский политехнический институт (филиал)

Известна «Центробежная форсунка» [1], содержащая входную камеру с центральным патрубком для входа жидкости, снабженным упругой вставкой, завихрительный диск с наклонными каналами и центральным стержнем, камеру закрутки с выпускным отверстием и подвижными элементами в форме одного или нескольких шариков. Работа форсунки сопровождается наложением колебаний на её корпус и на факел распыла.

Недостатком устройства является, наличие двух точек контакта шарика в камере закрутки, что затрудняет его движение, ведёт к истиранию. Кроме того, при повышенных входных давлениях наблюдаются удары шарика по центральному стержню и корпусу.

Для устранения недостатков известного устройства нами была предложена новая форсунка [2]. Эта форсунка [2] имеет входную камеру с центральным патрубком для входа жидкости, снабженным упругой вставкой, завихрительный диск с наклонными каналами и центральным стержнем. Отличием является то, что камера закрутки снабжена подвижным вращающимся элементом, в форме изогнутой пластины-дебаланса, радиальный участок которой, лежащий в плоскости стержня и закреплен на нём с возможностью вращения.

Пластина имеет отогнутый конец дугового профиля, который направлен в сторону, обратную направлению вращения подвижного элемента. Центр масс изогнутой пластины размещен на расстоянии от 0,3 до 0,8 радиуса камеры закрутки. Центральный стержень на конце, имеет головку, расположенную со стороны выпускного отверстия для ограничения пере-

мещения подвижного элемента в осевом направлении. Высота изогнутой пластины у подвижного составляет от 0,2 до 0,8 высоты камеры закрутки, наклонные каналы завихрительного диска образуют с плоскостью диска угол  $20 \div 50$  градусов.

При работе форсунки жидкость под давлением  $P_{вх}$  подают во входную камеру по патрубку через упругую вставку из неподвижной трубы. Далее жидкость по наклонным каналам поступает в камеру закрутки. Жидкость в камере закрутки приобретает вращательное движение, что приводит к вращению изогнутой пластины-дебаланса.

В ходе изучения работы форсунок с диаметром камеры закрутки  $D=36$  мм на воде измеряли расход жидкости  $Q$ , и частоту колебаний форсунки и факела распыла  $W$  (см. табл. 1). Форсунка Ф2 работает ровно устойчиво.

**Таблица 1**  
**Результаты испытаний форсунок Ф1 и Ф2**

$P_{вх}$ , МПа	Форсунка	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25
$Q$ , м <sup>3</sup> /час	Ф1	1,080	1,548	1,884	2,094	2,310
	Ф2	1,236	1,776	2,082	2,382	2,700
$W$ , 1/сек	Ф1	11,44	16,13	20,19	24,88	26,63
	Ф2	17,75	27,75	31,5	35,75	38,0

Из табл. 1 видно, что при равном входном давлении  $P_{вх}$ , новая форсунка (Ф2) имеет по сравнению со старой (Ф1) более высокую производительность. Производительность Ф2 в среднем на 14% выше, чем у Ф1. Частота колебаний корпуса форсунки Ф2 в среднем в 1,54 раза выше чем у Ф1, что можно объяснить меньшим сопротивлением движению подвижного элемента-дебаланса. Ведется работа по изучению работы форсунок по [2] с размером  $D=28, 36, 45$  и  $56$  мм.

#### **Библиографический список**

1. А.С. СССР 1205939, МПК В05В 1/34 Центробежная форсунка / Косырев В.М., Живайкин Л.Я., Алексеев В.А. и др. - опубл. 23.01.1986, Бюл. № 3.
2. Патент РФ 2792516, МПК В05В 3/04 Центробежная форсунка / Косырев В.М., Косырев А.В., Зайцев А.А., Утехина А.В.- опубл. 22.03.2023 Бюл. №2.

УДК 620.16

КАЗАКОВ А.Г., АНОСОВ М.С., ИТАЛЬЯНЦЕВ Д.С.

### **ПОВЫШЕНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ СПЛАВОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ WAAM**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Большое многообразие разработанных методов аддитивного выращивания изделий, а также значительные экспериментальные наработки в направлении обеспечения качества металлов, полученных 3D-печатью, определяют интенсивное замещение классических технологий получения изделий, технологиями, включающими аддитивное выращивание заготовки. Большое количество изделий в процессе эксплуатации работают в условиях значительных нагрузок, как статических, так ударных и усталостных, а также в широком диапазоне температур эксплуатации. Как показали проведенные ранее исследования, одним из наибо-



лее универсальных методов 3D-печати, обладающим высокой производительностью выращивания и позволяющим получить высокие показатели по прочности и пластичности материала, является метод аддитивного электродугового выращивания (WAAM). Учитывая, что большое количество деталей машин работает в условиях усталостных нагрузок, важной задачей является обеспечение усталостной прочности и долговечности деталей как в процессе их получения, так и при эксплуатации. В работе исследовались сплавы Св-09Г2С и Св-07Х25Н13, полученные в результате аддитивного электродугового выращивания на специализированном стенде, разработанном в НГТУ.

Учитывая, что зарождение усталостных трещин начинается, прежде всего, с поверхностного слоя, наиболее важным для повышения усталостной прочности будет являться поверхностное упрочнение материала.

К числу технологических методов, обеспечивающих повышение усталостных свойств сплавов за счет упрочнения поверхностного слоя сплава, относятся такие методы, как: термическая и химико-термическая обработка; поверхностно-пластическое деформирование (ППД) различными методами, особенно комбинированными методами ППД; ультразвуковая ударная обработка; ионно-плазменные технологии (метод КИБ); горячее изостатическое прессование (ГИП); лазерная обработка поверхности; метод интенсивной пластической деформации (РКУП).

На основе проведенных исследований можно представить таблицу сравнения долговечности для исследуемых сплавов в исходном состоянии и после проведения дополнительной технологической обработки (табл. 1).

**Таблица 1**

**Сравнение путей повышения усталостной долговечности образцов**

Материал	Изменение долговечности сплава 09Г2С				
	Образцы после фрезерования рабочей поверхности				Полирование рабочей зоны образцов (Ra0.8)
	Вибрационная обработка в процессе наплавки	ППД роликом	Нормализация и отжиг образцов	Улучшение (сплав 09Г2С) / Аустенизация (сплав 07Х25Н13)	
Св-09Г2С	1,1...1,25	1,4...1,6	1,2...1,3	до 2,0	1,1...1,25
07Х25Н13	1,15...1,35	-	-	до 2,4	1,2...1,35

Усталостная долговечность материала образцов, полученных при оптимальных режимах наплавки принята за 1 (шероховатость рабочей поверхности порядка Ra4).

Анализ полученных данных (табл. 1) показывает, что наибольшее увеличение усталостной долговечности образцов наблюдается после проведения термической обработки. Однако учитывая трудоемкость проведения указанных видов термической обработки и необходимость последующей обработки рабочих поверхностей, рационально в качестве метода повышения долговечности выбрать вибрационную обработку в процессе наплавки с последующей обработкой поверхностным пластическим деформированием обработанных поверхностей, обеспечивающей существенное увеличение долговечности (до 2х раз) и улучшения качества рабочих поверхностей деталей машин.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-79-00095

УДК 531.8

КАНГИН Е.М., РЫЖОВ Д.Р.

**ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕТАЛИ «РЫЧАГ»**

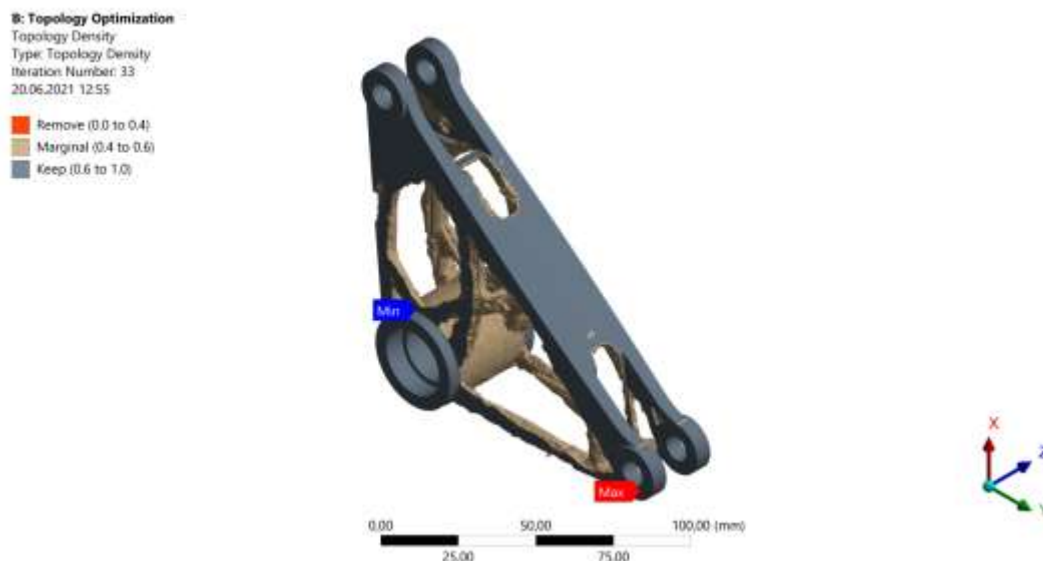
Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

На этапе разработки конструкции перед проектировщиком стоит задача разработки прочных и легких компонентов для любого изделия. Системы инженерного анализа позво-

ляют автоматизировать расчеты с целью получения разных вариантов деталей изделия для поиска наилучшего решения [1].

Для проведения статического прочностного расчета компьютерная модель детали «Рычаг» импортируется в расчетную систему Static Structural программного комплекса ANSYS®Mechanical. Детали задаются свойства алюминиевого сплава. По компьютерной модели строится, конечно-элементная расчетная сетка к узлам которой прикладываются закрепления и нагрузки имитирующие работу детали в изделии. По результатам статического расчета строятся эпюры распределения напряжений и деформаций.

Для настройки процесса топологической оптимизации детали «Рычаг» в ветвь «Topology optimization» добавляются настройки позволяющие установить область и критерии оптимизации. Рассчитанная оптимальная форма детали «Рычаг» приведена на рисунке 1.



**Рис. 1. Рассчитанная оптимальная форма детали «Рычаг»**

Топологическая оптимизация позволяет программному обеспечению найти наилучшие формы деталей, обеспечивающие энергоэффективность и лучшие технические характеристики изделия.

Гибкие автоматизированные производства: учебное пособие / В. В. Глебов, А. Ю. Шурыгин, М. В. Кангин [и др.]. Саратов : Вузовское образование, 2021. – 127 с. – ISBN 978-5-4487-0746-9. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/101085.html>

УДК 681.3

КАНГИН Е.М., РЫЖОВ Д.Р.

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «ШЕСТЕРНЯ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ»**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева

Современный подход к решению задач, возникающих при проектировании технологий, – использование систем автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП) [1]. Для разработки технологического процесса изготовления детали «Шестерня» использовалась САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ.

При проектировании к дереву технологического процесса был добавлен чертеж детали. С использованием справочника технолога добавлены операции, переходы, станки, приспособления, режущие инструменты и контрольно-измерительные средства. При определении режимов резания и норм времени использовались расчетно-нормировочные приложения.

Этап разработки технологического процесса изготовления детали «Шестерня» приведен на рис. 1.

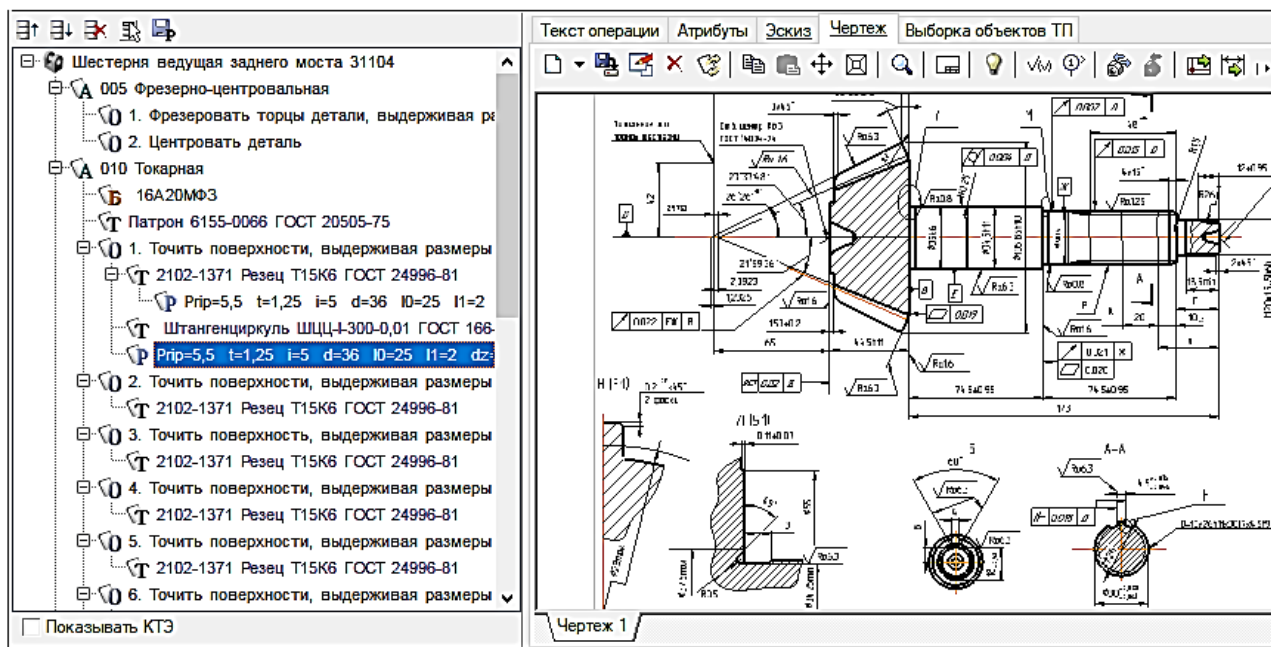


Рис. 1. Этап разработки технологического процесса

По окончании проектирования технологического процесса изготовления детали «Шестерня» был сформирован комплект технологической документации в соответствии с требованиями ГОСТ РФ.

Гибкие автоматизированные производства: учебное пособие / В. В. Глебов, А. Ю. Шурыгин, М. В. Кангин [и др.]. Саратов : Вузовское образование, 2021. – 127 с. – ISBN 978-5-4487-0746-9. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/101085.html>

УДК 621.7

КАНГИН Е.М., РЫЖОВ Д.Р.

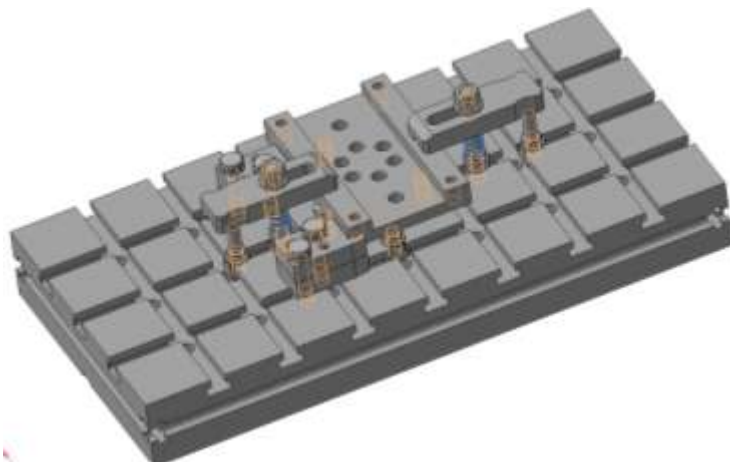
## РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ УНИВЕРСАЛЬНО-СБОРНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

При разработке универсального сборного приспособления для обработки детали «Плитка» на фрезерном станке использованы только стандартизованные детали и сборочные единицы, что позволяет минимизировать время на изготовление и в дальнейшем использовать конструктивные элементы при сборке приспособлений для изготовления других деталей.

В разработанном универсально-сборном приспособлении заготовка устанавливается на опоры, базируется по установкам. При закручивании гаек происходит зажим заготовки с помощью прихватов к поверхностям опор. При откручивании гаек деталь открепляется.

Компьютерная модель разработанного универсально-сборного приспособления для обработки детали «Плитка» на фрезерном станке приведена на рис. 1.



**Рис. 1. Компьютерная модель универсально-сборного приспособления**

В дальнейшем чертеж станочного приспособления на основе его 3D-модели построен в системе автоматизированного проектирования Компас-3D.

---

Гибкие автоматизированные производства: учебное пособие / В. В. Глебов, А. Ю. Шурыгин, М. В. Кангин [и др.]. Саратов : Вузовское образование, 2021. – 127 с. – ISBN 978-5-4487-0746-9. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/101085.html>

УДК 621.9

КАНГИН Е.М., РЫЖОВ Д.Р.

## **РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САМ – СИСТЕМЫ**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

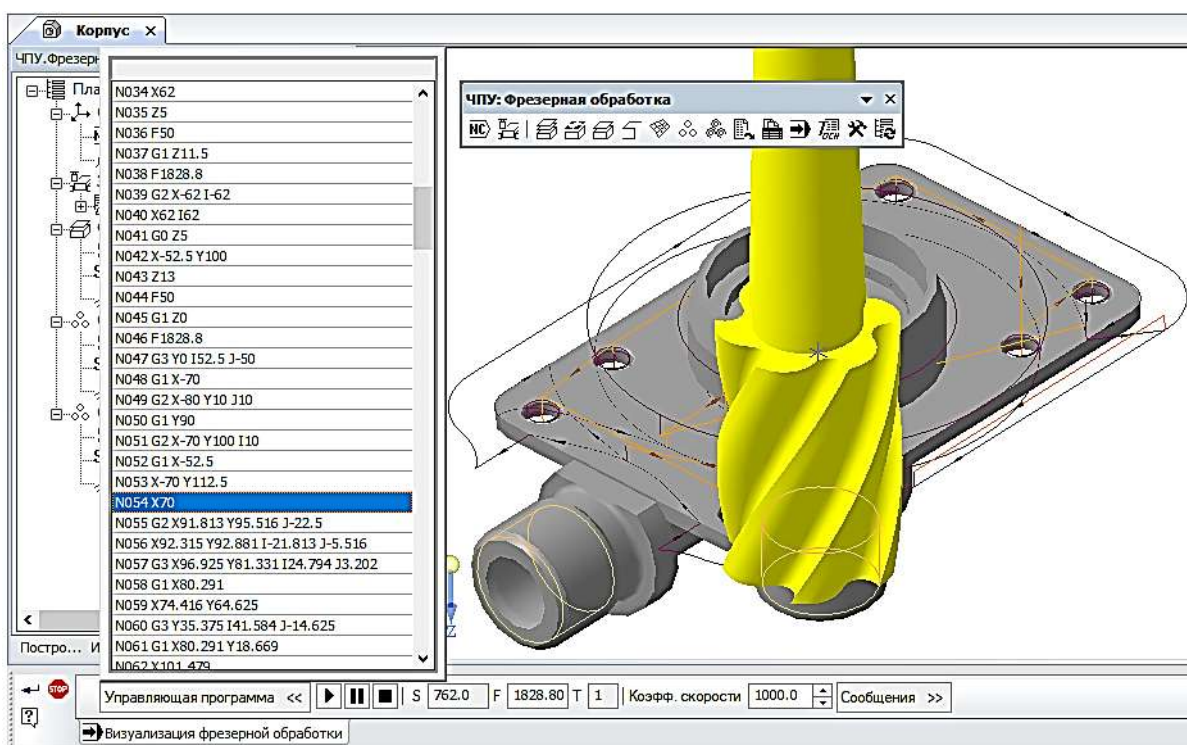
Особенностями работы современного промышленного предприятия являются ограниченное время и высокое качество технологической подготовки производства [1].

Уменьшить время разработки управляющих программ обработки деталей и повысить их качество позволяет использование САМ-систем. Для разработки управляющей программы обработки детали «Корпус» была использована САМ-системы Модуль ЧПУ. Фрезерная обработка.

В начале разработки управляющей программы назначаются устройство числового программного управления, заготовка, инструменты, приспособление, исходная точки и зона безопасности. Затем в каждой из обработок указываются поверхности и обрабатывающие их инструменты при этом автоматически формируются траектории и генерируется фрагмент управляющей программы в коде на основе стандарта ISO.

На этапе визуализации управляющей программы воспроизводится перемещение режущего инструмента и моделируется удаление материала с заготовки в ходе отработки управ-

ляющей программы. Визуализация управляющей программы обработки детали «Корпус» приведена на рис. 1.



**Рис. 1. Визуализация управляющей программы обработки детали «Корпус»**

Гибкие автоматизированные производства: учебное пособие / В. В. Глебов, А. Ю. Шурыгин, М. В. Кангин [и др.]. Саратов : Вузовское образование, 2021. – 127 с. – ISBN 978-5-4487-0746-9. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/101085.html>

УДК 621.01

КОРОВИН М.С.

## **ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При разработке проектов по повышению эффективности производства чрезвычайно важен анализ технологических процессов. Оптимизация технологических процессов представляет собой комплексную задачу, целью которой является получение оптимального режима, позволяющего получить максимальный выход продукта при высоком уровне качества и минимальной его себестоимости.

Важным направлением оптимизации технологических процессов является исследование затрат рабочего времени, что необходимо для постоянного совершенствования нормирования труда, пересмотра и установления технически обоснованных норм труда при выявлении резервов на каждом рабочем месте.

Растущий интерес к нормированию труда в современных экономических конъюнктурах проявляется в необходимости создания и поддержания рационализированного уровня затрат труда на выполнение отдельных работ и операций в ходе производственного процесса.

Несмотря на возрастающий интерес менеджмента предприятий к нормированию труда с целью повышения его производительности одной, из главных проблем в нормировании труда на большинстве российских предприятиях различных отраслей экономики является отсутствие структурированной самой системы нормирования, нормативно-правового обеспечения и методических основ ее построения.

В работе представлены основные этапы исследования, направленные на изучение возможностей оптимизации существующего техпроцесса, в условиях одного из машиностроительных предприятий. Оптимизация проводилась на тех производственных участках, на которых после проведения хронометража были выявлены самые высокие отклонения от принятых норм времени, которые были технически обоснованы. Все улучшения проводились на основе рациональной организации производственного процесса, учета времени ключевых операций, совершенствования отдельных технологических операций, а также внесением изменений в процесс непосредственного расчета времени инженерами-нормировщиками.

В результате исследования собраны статистические данные по хронометражу ключевых операций имеющегося технологического процесса, обозначены его несовершенства, выявлены возможности для сокращения трудоемкости на изготовление изделий в существующих условиях. Были сформированы предложения по совершенствованию процесса изготовления изделий и обоснована возможность снижения принятой трудоемкости без изменения состава имеющегося технического оснащения и планировки.

В результате проведенной НИР были выявлены несколько ключевых направлений оптимизации существующего технологического процесса изготовления разной сложности изделий.

#### ***Библиографический список***

1. Богинский, А.И. Конструкторские решения для оптимизации себестоимости продукции [Текст] / А.И. Богинский, А.А. Чурсин // Вестник машиностроения. - 2019. - № 8. С. 74-78.
2. Малинин, С.В. Формирование эффективной системы нормирования труда на предприятии [Текст] / С.В. Малинин. - Москва : Кодекс, 2013. - 71 с.
3. Богинский, А.И. Конструкторские решения для оптимизации себестоимости продукции [Текст] / А.И. Богинский, А.А. Чурсин // Вестник машиностроения. - 2019. - № 8. С. 74-78.
4. Полунин, В.А. Разработка методики повышения качества технологических процессов опытного производства [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.02.23 / Полунин Владимир Александрович ; Рос. гос. технол. ун-т им. К.Э. Циолковского (МАТИ). - Москва, 2007. - 22 с.
5. Пен Р.З., Пен В.Р. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ // Международный журнал экспериментального образования. – 2017. – № 2. – С. 81-83;

УДК 615.477.21

КОРОЛЁВА А. С., СИЗОВ А. Ю.

#### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ПРОТОТИПА ПРОТЕЗА РУКИ НА ОСНОВЕ ВКР-НГТУ-15.04.06-(М20-РТ)-08-2022**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С началом развития промышленности и массового производства перед людьми встал вопрос о улучшении качества продукции и сокращение времени работы на предприятиях. Зачастую труд был тяжелым, и количество ошибок из-за человеческого фактора было боль-

шим. Данную проблему решил Джозеф Энгельбергер в 1956 году с изобретением первого робота для помощи в литье. С 1956 года прошло 67 лет, и за это время роботы используются не только в промышленности, но и в бытовой, развлекательной, образовательной, транспортной и медицинской сферах. В медицинской области широко распространены робототехнические протезы.

В данной работе рассматривается проектируемая модель протеза предплечья и кисти правой руки, использующей пневмомышцы и пневматическую систему для реализации сжатия и разжатия. Работу можно разделить на четыре этапа: разработка пневматической системы, разработка электрической схемы, проектирование корпусов предплечья и частей кисти, написание управляющего кода. Рассмотрим каждый из них.

Всего в пневматической системе шесть пневмомышц для каждого пальца и еще одна для большого (для реализации обхвата), шесть двухсторонних клапанов, управляемых электрическим сигналом, и маломощный насос. Главной задачей, которую надо решить на этапе, является расчет и подбор элементов системы так, чтобы при входном значении давления насоса давалось нужное выходное значение для сокращения пневмомышц.

На электрической схеме должны быть источник питания, управляющая плата, шесть реле и делитель напряжения. При расчете электрической схемы и выборе элементов они должны подходить по характеристикам (напряжение, сила тока и мощность) и расположению относительно друг друга.

При проектировании корпуса предплечья нужно грамотно расположить все электрические и пневматические части управления на небольшой площади рассматриваемого протеза, примерные габариты 30x11x7. Так же надо усмотреть возможность многократного снятия протеза, возможности зарядки, отверстий для забора воздуха насосом, выхода воздуха через клапана, возможные заглушки для уменьшения шума, водопроницаемость, реализацию починки. Для частей кисти нужно сделать упор на прочностные характеристики.

Реализация кода будет проходить на Arduino IDLE. Код должен состоять из обработки подаваемых сигналов (голосовых или кнопочных через телефон, Bluetooth), и подавать их на насос и реле, которые в свою очередь управляют клапанами.

Главной целью проекта является нахождение способа удешевить протезы рук и создать конкуренцию на российском рынке, используя пневматическую систему. Протез должен пройти не только проверки при проектировании, но и проверку потребителя в удобстве ношения, соответствовать медицинским показаниям и нормам, иметь гибкость при изменении массы и размеров, являться безопасным для потребителя и окружающих.

УДК 637

КРАСНОКУТСКИЙ И.И.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПОНОВОК СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автоматизация процесса проектирования на сегодняшний день заключается в использовании САД-систем [1]: инженер собирает 3D – модель изделия из библиотечных элементов и оригинальных деталей (которые разрабатываются по мере необходимости), анализирует эту модель проводя необходимые расчеты и проверяя работоспособность. САД- системы позволяют хранить и манипулировать 3D – геометрией узлов приспособления, анализировать их взаимодействие, проводить силовые и прочностные расчеты, моделировать размерные цепочки в расчетах на точность и т.д.

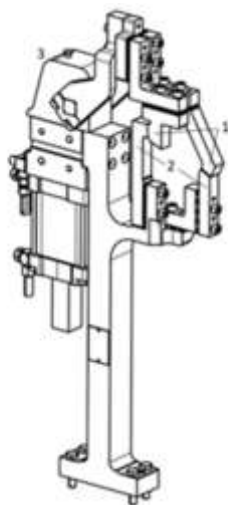
Определение схемы базирования, разработка компоновки приспособления, создание подробной 3D модели, определение «тонких мест», которые надо рассчитать и подготовка

модели к расчетам (задание плотности при расчете массы, оптимизация сетки для прочностных расчетов и т.д.) осуществляется вручную инженером-конструктором.

Примеры типовых групп сварочного приспособления и общей сборки сварочного приспособления (Рис.1-3)

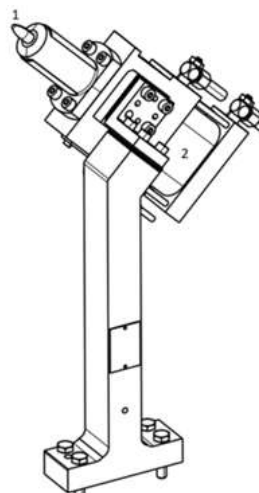
В CAD-системах есть множество функций, направленных на автоматизацию процесса проектирования, например достаточно назначить плотность на тела входящие в сборку и система автоматически посчитает массу, центр масс и моменты инерции; есть автоматический анализ столкновений, который автоматически проанализирует и выведет список пересекающихся в сборке тел; есть библиотеки стандартных и покупных элементов, откуда выбирается и вставляется уже готовая 3D – модель этих элементов; для создания сборочной группы похожей на существующую достаточно скопировать существующую группу и, разорвав связь с «родительской», внести требуемые изменения в геометрию. Современные CAD-системы намного ускоряют труд инженера-конструктора и уменьшают количество ошибок (уменьшая долю ручного труда), но CAD-системы не в состоянии выполнять проектирование конструкции полностью автоматически – инженер тратит от 30% до 50% всего своего рабочего времени на поиск компоновочного решения, «чистого» от столкновений.

Эту работу можно выполнить полностью автоматически, используя систему искусственного интеллекта. Суть системы сводится к тому, что инженер-конструктор задает входные условия, после чего программа разрабатывает приспособление автоматически, опираясь на библиотеку уже разработанных конструкций приспособлений. После автоматической разработки приспособления инженер-конструктор проверяет устройство на функциональность, соответствие техническому заданию и либо запускает программу вновь скорректировав входные параметры, либо принимает решение о возможности оформления технической документации.



**Рис. 1. Пример группы прижимающей**

- 1 – Прижимающие блочки
- 2 – Ложементы
- 3 – Пневматический прижим



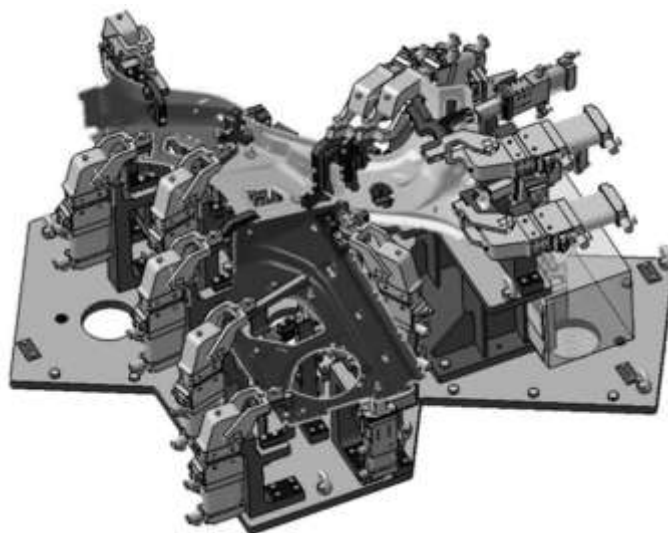
**Рис. 2. Пример группы центрирующей**

- 1 – Центрирующий палец
- 2 – Пневматический цилиндр с направляющей

В результате мы убираем труд разработчика из:

- процесса поиска наиболее подходящего образца приспособления из уже разработанных
- адаптации найденного образца под актуальное техническое задание
- актуализации расчетов точностей и усилий в новом приспособлении
- проверки отсутствия столкновений конструкции приспособления и рабочей зоны инструмента (траектории движения инструмента)
- актуализация рабочей документации (чертежей, пневмосхем, электрических схем и т.д.)





**Рис. 3. Пример сварочного приспособления**

И роль инженера сводится к контролирующей:

- задание условий проектирования (техническое задание)
- проверка результата проектирования на соответствие техническому заданию и экспертная оценка пригодности конструкции

#### *Библиографический список*

1. **Аббков, Н. В.** Системы автоматизированного проектирования в сварке / Н. В. Аббков, М. В. Пимонов ; КузГТУ. – Кемерово, 2014. – 104 с.
2. **Вашуков, Ю.А.** Сборочно-сварочные приспособления / Ю.А.Вашуков издательство Самарского университета Самара 2021-84с.
3. **Лямин, Я.В.** Основы проектирования сборочно-сварочных приспособлений : учеб. пособие. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 148 с
4. **Митев И.С., Шестопалов К.К.** САД системы – обзор наиболее популярных САПР на российском рынке: статья в журнале АВТОМОБИЛЬ. ДОРОГА. ИНФРАСТРУКТУРА (МАДИ), Номер: 1 Год: 2020

УДК 681.5

КУЗНЕЦОВ Д.А., ФЕДОСОВА Л.О., ЗОЛОТОВ А.В.

### **РАЗРАБОТКА ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ВТОРСЫРЬЯ**

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексева

Пластик является одним из самых популярных материалов в мире, применяемых человеком. В отличие от таких материалов, как дерево, резина, стекло или металл, пластик является их дешевым заменителем во многих отраслях.

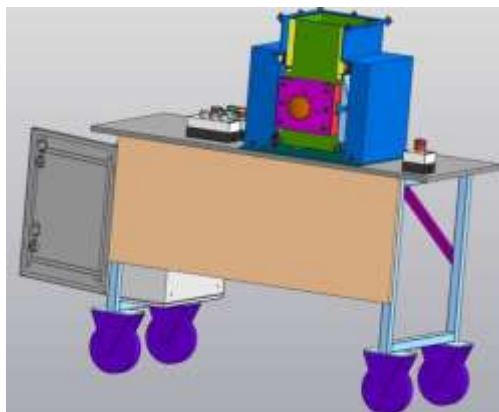
При необходимости изделию из пластика можно придать необходимый цвет, форму и прочие характеристики непосредственно при изготовлении изделия, что даёт пластику неоспоримое преимущество над другими материалами.

Однако спустя некоторое время предметы из пластика, как и все другие, подлежат грамотной утилизации. Пластик в природе может разлагаться от десятков до десятков тысяч лет.

А если учитывать количество производимого пластика на нашей планете каждый день, то нетрудно представить себе скорость и масштабы загрязнения окружающей среды. Одним из самых простых способов решения данной проблемы, это переработка использованного пластика и применение его повторно[1].

Измельчительное устройство для пластика (шредер) предназначено для измельчения пластиковых предметов, эксплуатация которых невозможна в будущем, в мелкую фракцию для дальнейшей переплавки. Измельчительная установка (рис.1) включает в себя:

- пульт управления установкой с индикацией режимов работы;
- загрузочный устройство для пластика в защитном кожухе;
- активная зона шредера, в которой расположены режущие диски, шестерни и мотор-редуктор, приводящий в движение валы с лезвиями;
- защитный кожух для измельчительной зоны шредера, являющийся также воронкой для сыпания перемолотого пластика в любую удобную тару;
- шкаф управления установкой;
- металлический каркас, который является несущим звеном всей конструкции, был установлен на подвижные опоры (колеса) для удобства транспортировки установки.



**Рис. 1. Трехмерная модель установки**

Органы управления, рабочие узлы и загрузочный модуль шредера размещены таким образом, чтобы измельчителем было удобно воспользоваться как опытным профессионалам, так и начинающим мастерам.

---

Ли Сюеянь, Обеспечение рационального выбора инструментального материала ножей роторных измельчителей полимерных материалов на основе ультразвуковой диагностики: дис. канд. техн. наук. – Москва, 2020.

УДК 681.5

КУЗНЕЦОВА Е.С., КУЗНЕЦОВ С.В.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ТАКСОНОВ В CALS**

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексева

Развитие информационных автоматизированных систем проектирования технических систем позволило сформировать CALS – концепции [1]. Современное производство связано с постоянно увеличивающимся объемом информации, представленной в разных видах и

форматах. Следовательно, возникает необходимость создания новой структурированной классификации с целью качественно иного представления информации, которой необходимо будет оперировать при эксплуатации CALS-технологий предприятия. Для реализации классификации требований в автоматизированном режиме предлагается применить положения таксономии и систем таксонов [2,3].

Актуальность рассматриваемой проблематики (возможности применения систем таксонов как инструмента формализации в CALS-технологиях) связана с тем, что современное производство предъявляет высокие требования к качеству, включая потребительские свойства, технологичность изготовления и безопасность. Целью работы является возможность применения систем таксонов в CALS-технологиях, реализуемых на предприятиях машиностроения.

Анализ производства показывает, что наибольшее количество проблемных ситуаций, связанных с согласованием и выполнением требований, связано с большим массивом плохо структурированных разнообразных данных (ТУ, условия производства, требования к технологиям, материалами пр.), а также с выявлением требований, отличающихся либо противоречащих первоначальному или друг другу [2]. Существующая форма представления данных неудобна для работы с информационной БД и противоречит основам инженерии требований [2]. Для успешного базирования CALS-технологий на основных формулах функциональной систематики с применением систем таксонов необходимо учитывать особенности каждого из инструментов.

Выявлен ряд особенностей применения систем таксонов в CALS-технологиях: внедрение таксонов и применение функциональной систематики должно быть интегрировано во все процессы предприятия; решаемые задачи выходят за рамки деятельности отдельного предприятия, что усложняет выявление таксонов и функциональных взаимодействий между ними; существование ошибок, связанных с правильностью выявления системообразующих свойств объекта или с внесением в одну группу разноуровневых метрик при классификации; оперирование большими потоками информации, что усложняет анализ и согласование, выдвигает дополнительные программные требования при работе с объемными системами таксонов; необходимость обязательного применения всех составляющих классификатора (анализатор, систематизатор, диспетчер, фильтр).

В результате можно сделать вывод, что в области инженерии требований существует потребность в классификации, формализации, отслеживании и иной работе с требованиями к изделию. Системы таксонов, формулы функциональной систематики и модифицированные функциональные системы можно успешно применять в процессах управления качеством изделий, а CALS-технологии обеспечивают успешную реализуемость этих процессов.

### ***Библиографический список***

1. **Судов Е.В., Левин, А.И.** Концепция развития CALS-технологий в промышленности России [Текст]/Е.В. Судов, А.И. Левин//НИЦ CALS- технологий «Прикладная логистика»; – Москва, 2002– С. 6 –22.
2. **Кузнецова, Е.С.** Формализация требований к изделию с применением формул функциональной систематики с целью повышения качества продукции//Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева»; редкол.: Д.М. Дубинкин (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово, 2022 – 984с.
3. **Бреховских С.М.** Основы функциональной системологии материальных объектов. – М.: Наука. – 192 с.

**МОБИЛЬНЫЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ПО ПЕРЕРАБОТКЕ  
ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ (ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАССЫ)**

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Один из самых распространенных методов производства изделий из пластика является литье в формы под давлением с помощью термопластавтоматов. Использование подобного оборудования позволяет максимально автоматизировать процесс изготовления и получать высокоточные изделия при небольшой себестоимости [1].

В связи с бурным ростом использования изделия из пластмассы - возникает актуальная задача вторичной переработки продукции из пластмассы бывшей в употреблении. Применение мобильного многофункционального комплекса по переработке, могло бы упростить и ускорить процесс создания в производстве мелких партий различных пластиковых изделий штучного типа из вторсырья.

Приоритетной задачей, при использовании готового термопластавтомата, является возможность комбинирования нескольких способов изготовления, а именно протяжки и литья под давлением. Для этого необходимо значительно уменьшить габариты и предусмотреть модульную систему смены отдельных узлов термопластавтомата, например, узла смыкания на узел протяжки. Управление термопластавтоматом предполагает координацию и мониторинг его отдельных модулей, а также взаимодействие с человеком-оператором через машинный интерфейс.

Концепция мобильного термопластавтомата с модульной системой смены отдельных узлов заключается в следующем:

- в качестве сырья используется измельченный полимер, помещенный в загрузочное устройство;
- смешивание материала нескольких цветов позволяет получать на выходе продукцию, равномерно окрашенную в необходимый оттенок;
- нагретое и расплавленное сырье подается в узел впрыскивания, представляющее собой цилиндр с червячным шнеком внутри, который перемещается в осевом направлении, впрыскивая под давлением жидкий термопласт в пресс-форму;
- внутренняя поверхность пресс-формы точно повторяет форму одного или нескольких готовых изделий, поэтому важно заполнить все полости внутри неё, чтобы избежать дефектов;
- при полном заполнении формы пластиком, происходит ее охлаждение, а затем пресс-форма размыкается, а готовые отливки извлекаются вручную или автоматически.
- по завершении операции получения изделия происходит повторение цикла — смыкание пресс-формы, впрыскивание полимерного сырья, затвердевание и извлечение.

В качестве блока управления для термопластавтомата будет использоваться программируемый логический контроллер.

---

Тимофеева О. С., Яблочников Е.И., Технологическая подготовка цифрового производства изделий из термопластичных полимерных материалов. - Спб: Университет ИТМО, 2020. - 86 с.

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Техническое обслуживание и ремонт (ТОиР) оборудования по фактическому состоянию технологического оборудования, определяемому с помощью средств диагностики, снижают затраты на 20–25 %, связанные с регламентными работами, по сравнению с планово-предупредительным ремонтом [1]. Однако одной диагностики недостаточно, так как возникает необходимость в больших складских запасах всех узлов, особенно если оборудование на предприятии разноплановое. Снижения затрат на складское хранение можно достичь заказом нужных узлов строго по необходимости, опираясь на данные диагностики [2] и последующего прогнозирования технического состояния оборудования. Однако ограничения, накладываемые развитием логистической системы в нашей стране, высокая доля импортного оборудования, параллельный импорт делают невозможной доставку «точно в срок». Отсюда возникает потребность прогнозирования момента наступления возможной неисправности по данным диагностики. Однако в настоящее время отсутствуют прогнозные модели, которые учитывали бы изменяющиеся во времени статистические характеристики эксплуатируемого оборудования и обладали высокой точностью. Поэтому возникает необходимость разработки адекватного математического описания прогноза, алгоритмов прогнозирования, выбора диагностического сигнала и методики сбора диагностических данных.



Рис. 1. Современные методики управления ТОиР

Интеллектуальные системы технического обслуживания и ремонта — это программные и/или аппаратные комплексы, предназначенные для автоматизации процесса технического обслуживания, ремонта и диагностики технических устройств, оборудования и механизмов, а также для сбора, анализа и использования данных в процессе их эксплуатации.

Такие системы могут включать в себя различные модули, такие как системы мониторинга, диагностики и прогнозирования, автоматизированные системы технического обслуживания и ремонта, а также базы знаний и экспертные системы, которые могут помочь операторам принимать решения в условиях различных сложностей.

Интеллектуальные системы технического обслуживания и ремонта могут существенно улучшить производительность и качество работ в процессе эксплуатации технических уст-

ройств, снизить затраты на техническое обслуживание и ремонт и повысить безопасность при работе на оборудовании.

Для более конкретного примера, интеллектуальная система технического обслуживания и ремонта может включать в себя следующие модули:

- систему мониторинга: модуль, который отслеживает работу оборудования и собирает данные о его состоянии, производительности, износе и других параметрах.
- диагностическую систему: модуль, который на основе данных, полученных из системы мониторинга, проводит диагностику возможных проблем и выдает рекомендации по их устранению.
- прогностическую систему: модуль, который на основе прогнозных моделей и анализа данных, позволяет предсказать возможные отказы и неисправности в работе оборудования в будущем.
- автоматизированную систему технического обслуживания и ремонта: модуль, который на основе инструкций, алгоритмов и базы знаний, проводит автоматическое техническое обслуживание и ремонт оборудования.
- базу знаний и экспертную систему: модуль, который содержит информацию о всех возможных неисправностях оборудования, критериях их диагностики и возможных методах устранения проблем.

Интеллектуальные системы технического обслуживания и ремонта могут использоваться в различных отраслях, таких как авиационная, машиностроительная, энергетическая, транспортная и других для повышения качества и эффективности работы оборудования и улучшения безопасности процессов.

### ***Библиографический список***

1. Мониторинг состояния технологического оборудования на промышленных предприятиях / М.П. Козочкин, Ф.С. Сабиров, А.Н. Боган [и др.] // Вестник УГАТУ. 2013. №8 (61). С. 56 – 62
2. Кольцов А. Г. Диагностика технического состояния металлорежущего оборудования // Омский научный вестник. 2011. №. 3 (103). С. 79 – 82
3. Манцеров С. А. Нейронечеткая классификация технических состояний объектов сложной структуры// "Информационные технологии", №2. Том 29. 2023. С. 91–97. DOI: 10.17587/it.29.91-97

УДК 621.753

МАССУНДА ЖУНИОР Ф.Э., ЗИМИНА Е.В.

### **ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗДЕЛИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ В НАЦИОНАЛЬНОЙ И МЕЖДУНАРОДНОЙ ПРАКТИКЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Качество современной техники в значительной степени зависит от геометрической точности, как отдельных составляющих (деталей), так и от общей их сборки. Геометрическая точность изделия – это степень соответствия действительных значений геометрических параметров заданным (расчетным) значениям. Мерой точности является погрешность или отклонение от заданного значения. Точность геометрических параметров деталей характеризуется не только точностью размеров ее элементов, но и точностью формы и взаимного расположения поверхностей. Несколько лет назад вступил в силу ГОСТ Р 53442-2015 [1], модифицированный по отношению к международному стандарту ISO 1101: 2012 [2]. Стандарт заменил действовавший ранее ГОСТ 24642-81 «Основные нормы взаимозаменяемости. До-

пуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения», который продолжает действовать в странах СНГ. Вновь введенный стандарт устанавливает определения геометрических допусков, их интерпретацию, а также способы указания геометрических допусков на 2D, а также на 3D-изображениях, чем дополняет действующий межгосударственный стандарт ГОСТ 2.308-2011.

Стандарты ГОСТ Р 53442-2015 и ГОСТ 2.308-2011 отличаются терминологией, классификацией и номенклатурой допусков. Есть отличия и в правилах указания их на чертежах. Все это затрудняет назначение геометрических допусков на чертежах и может привести к сложностям их обеспечения при изготовлении детали и неопределенности измерения на этапе ее контроля.

Термин «геометрические допуски» следует рассматривать как обобщающий термин, который включает допуски формы, ориентации, месторасположения и биения. Геометрический допуск, установленный для элемента, определяет поле допуска, внутри которого должен целиком располагаться этот элемент. В стандарте используется терминология в соответствии с ГОСТ 31254 [3]. Геометрический элемент представляет собой отдельную часть детали, такую как точка, линия или поверхность. Он может быть полным элементом (поверхность, линия на поверхности) или производным элементом (средняя линия (ось), средняя поверхность центр сферы). В работе производится сравнение геометрических допусков в международных стандартах ISO, DIN, в стандарте ГОСТ Р 53442-2015 и межгосударственном стандарте ГОСТ 2.308 и даются рекомендации для практики применения связанных с базой и несвязанных геометрических допусков для разных геометрических элементов деталей в конструкторской и технологической документации.

Таким образом, разработчикам конструкторской и технологической документации необходимо устанавливать геометрические допуски на основании предъявляемых к изделию функциональных требований (ответственные соединения и детали, входящие в них). При этом необходимо также учитывать особенности изготовления и контроля изделия.

### ***Библиографический список***

1. ГОСТ Р 53442-2015 (ИСО 1101:2012) «ОНВ. Характеристики изделий геометрические. Установление геометрических допусков. Допуски формы, ориентации, месторасположения и биения» (переиздание).
2. ISO 1101: 2012 «Geometrical Product Specifications (GPS) - Geometrical tolerancing - Tolerances of form, orientation, location and run-out».
3. ГОСТ 31254-2004 (ИСО 14660-1:99, ИСО 14660-2:99) «Основные нормы взаимозаменяемости (ОНВ). Геометрические элементы. Общие термины и определения».
4. ГОСТ 2.308-2011 ЕСКД. «Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей» (с поправкой).

УДК 669.1.017:620.192.4

МОРДОВИНА Ю.С., ЧЕРНИГИН М.А.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКИ СТАЛИ НП-30ХГСА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Электродуговая наплавка (WAAM) является одним из наиболее перспективных методов 3D-печати металлических изделий. Данный метод обладает высокой производительностью, низкой энергоемкостью и обеспечивает высокие механические характеристики материалов по сравнению с другими методами 3D-печати [1-2].

Исследуемым материалом является сталь Нп-30ХГСА. Ее исходный состав указан в табл. 1. Режимы электродуговой наплавки отображены в табл. 2.

**Таблица 1**  
**Исходный химический состав стали Нп-30ХГСА**

Элемент	C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
Доля, %	0,28	1,00	0,95	0,94	0,12	0,008	0,120

**Таблица 2**  
**Режимы электродуговой наплавки стали Нп-30ХГСА**

№ заг.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$I$ , А	120	160	200	120	160	200	120	160	200
$U$ , В	18	18	18	24	24	24	27	27	27
$Q$ , Дж/мм	520	690	865	690	920	1150	780	1040	1300

Для исследования влияния режима наплавки на сталь Нп-30ХГСА были применены следующие методы: оптико-эмиссионный анализ для определения изменения химического состава, микроструктурный анализ для изучения структурообразования при наплавке, измерение микротвердости как оценка изменения механических свойств по сечению наплавленной заготовки.

Использование данных методов позволило заключить, что наиболее оптимальным режимом для электродуговой наплавки стали Нп-30ХГСА является режим, имеющий следующие характеристики: погонная энергия – 920 Дж/мм; сила сварочного тока – 160 А; напряжение – 24 В; скорость печати – 200 мм/мин; защитная атмосфера – сварочная смесь, состоящая из 80 % аргона и 20 % углекислого газа, которая подавалась со скоростью 15 л/мин. Данный режим характеризуется отсутствием в микроструктуре дефектов в виде пор и не расплавившейся проволоки, достаточно высокой производительностью обработки, а также незначительной микроструктурной неоднородностью, по сравнению с другими режимами.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-79-00095 «Разработка научно-технологических основ структурообразования конструкционных материалов полученных путем аддитивного электродугowego выращивания для формирования механических свойств при усталости с использованием подходов искусственного интеллекта»

#### **Библиографический список**

1. Кабалдин, Ю.Г. Технология 3D-печати методом электродуговой наплавки. Структура и механические свойства изделий при низких температурах: монография / Ю.Г. Кабалдин [и др.] // НГТУ. – Нижний Новгород, 2020. – 134 с.
2. Williams, S., Martina Filomeno, Addison Adrian, Ding Jialuo, Pardal, G. & Colegrove, P. (2015). Wire + Arc Additive Manufacturing. Materials Science and Technology.

УДК 62-294.2

НЕЙЛЫК И.О., ПЛАТОНОВ А.В., ЩЕГЛЕТОВ К.А., КОРШУНОВ Е.С.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ В ОБЛАСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ "УСТРОЙСТВА ДЛЯ ГЕРМЕТИЧНОГО ОБЖАТИЯ ПОЛЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ"**

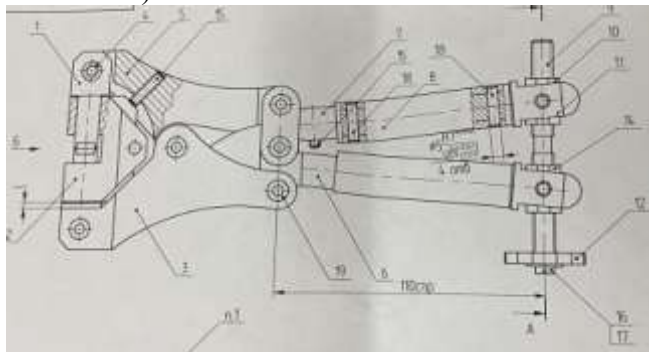
Арзамасский политехнический институт, филиал Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева

При производстве радиоэлектронной аппаратуры имеется необходимость выполнения операций по деформированию тонких медных оболочек обеспечив при этом герметичность внутренней полости. Для выполнения подобных операций существуют различные устройст-



ва. Например, в работе [1] описано устройство для пережима полых деталей, в том числе металлических трубок. Известно устройство для обжатия и уплотнения, содержащее рычажные клещи и расположенный между их губками пружинящий элемент с петлей, концы которого закреплены на соответствующих губках [2]. Также известны запирающие клещи [3] с аксиальным зажимным действием.

Все эти устройства, ввиду своей конструкции, не позволяют обеспечивать необходимую герметичность соединения после обжатия медной трубки. Конструкция "Устройства для герметичного обжатия полых металлических деталей" рис. 1 обладает меньшими габаритами, чем стационарные установки [4], позволяет выполнять обжим, соблюдая необходимые требования герметичности, благодаря дет. "Пуансон" (поз. 1) а так же снизить усилия прикладываемые при выполнении операции обжатия, за счет стержня (поз.9 с ручкой поз. 12)



**Рис. 1. Устройство для герметичного обжатия полых металлических деталей**

Развитием данной конструкции является автоматизация благодаря приводу, позволяющему добиться тарированного давления.

### ***Библиографический список***

1. Патент на изобретение № 2397062 (РФ) МПК В25В 7/12. Клещи для пережима трубок / Селянин Игорь Евгеньевич (RU), Томин Вадим Борисович (RU), Оpubл. 20.08.2010; № 23.
2. Патент на изобретение № 2113976 (РФ) МПК В25В 7/12. Запирающие клещи с аксиальным зажимным действием (варианты) / Дэл Рэймонд (US), Барнэс Фрэнсис (US), Фуллер Энтони (US), Соренсен Джозеф Алан (US), Оpubл. 27.06.1998.
3. Патент на изобретение № 276 199 (SU) МПК Н01R 43/04. Пресс-клещи для опрессовки кабельных наконечников / И. В. Брежнев, П. И. Дубровский, Н. Ягунов, И. Д. Сорокин, Центральное проектно-конструкторское бюро треста Электромонтажконструкции, Оpubл. 00.00.1970.
4. Оборудование для холодной сварки. Сварка и сварщик <https://weldering.com/oborudovanie-holodnoy-svarki>

УДК 62-294.2

НЕЙЛЫК И.О., ПЛАТОНОВ А.В., ЩЕГЛЕТОВ К.А., КОРШУНОВ Е.С.

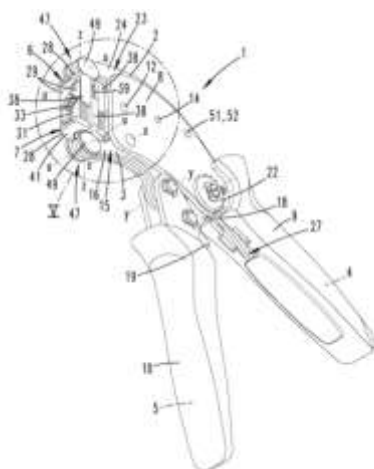
### **ОБЗОР АНАЛОГОВ КОНСТРУКЦИИ "УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГЕРМЕТИЧНОГО ОБЖАТИЯ ПОЛЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ"**

Арзамасский политехнический институт, филиал Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексева

При производстве радиоэлектронной аппаратуры имеется необходимость выполнения операций по деформированию тонких медных оболочек обеспечив при этом герметичность внутренней полости. Для выполнения подобных операций существуют различные устройст-

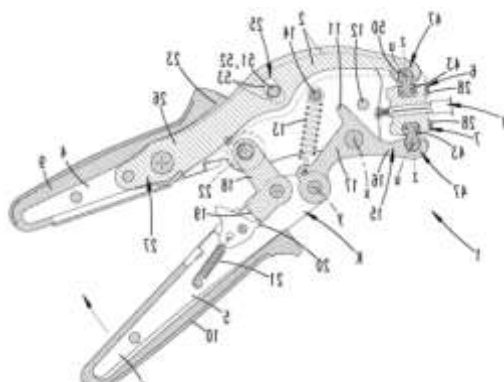
ва. При проектировании подобного устройства применительно к условиям конкретного предприятия города новой модели были проведены патентные исследования.

Изобретение [1] состоит из двух предусмотренных для противоположного расположения в пресс-клещах пресс-губок, причем эти пресс-губки имеют ребра, проходящие в продольном направлении ребер, которые при опрессовке вдвигаются друг в друга (рис. 1).



**Рис. 1. Пресс-губки, а также пресс-клещи, имеющие две пресс-губки**

Пресс-клещи [2], в исполнении в виде ручных пресс-клещей. Они находят применение, в частности, для установки и соединения, так называемых, концевых муфт жилы на концах кабелей. Чертеж представлена на (рис. 2).



**Рис. 2. Пресс-клещи**

Заключение.

Отобраны два патента, технические решения, описанные в них, могут быть показаны как аналоги в предполагаемой заявке на получение патента.

### ***Библиографический список***

1. Патент на изобретение № 2778558 (РФ) МПК H01R 43/042 (2006.01). Пресс-губки, а также пресс-клещи, имеющие две пресс-губки / ВАЙСХАЙТ, Бенджамин (DE),ХОЛЛАНД-МОРИТЦ, Георг (DE),КЕНИГ, Герхард (DE),ЭНДТЕР, Марко (DE), ЛЕГЛЕР, Ральф (DE), Оpubл. 22.08.2022 Бюл. № 24
2. Патент на изобретение № 2784461 (РФ) МПК H01R 43/042 (2006.01). Пресс-клещи / ВАЙСХАЙТ, Бенджамин (DE),ХОЛЛАНД-МОРИТЦ, Георг (DE),КЕНИГ, Герхард (DE),ЭНДТЕР, Марко (DE), ЛЕГЛЕР, Ральф (DE), Оpubл. 25.11.2022 Бюл. № 33

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ В ПРОГРАММЕ ITHINK

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Задачи управления запасами составляют один из наиболее многочисленных классов задач исследования операций. Правильное и своевременное определение оптимальной стратегии управления запасами, а также определение нормативного уровня запасов позволяет добиться постоянного наличия запаса материалов на складе, избежав тем самым дефицита [1]. Однако эта задача осложняется тем, что в реальных условиях всегда присутствует неопределенность, связанная как с вариабельностью спроса на продукцию, так и с вариабельностью времени ее доставки [2]. В подобных случаях вследствие сложности системы управления запасами для изучения ее поведения целесообразно применять имитационное моделирование.

Таким образом, цель разработки имитационной модели состоит в проведении испытаний, исследовании ее поведения и/или оценке различных вариантов, обеспечивающих функционирование изучаемой системы. Модель, разработанная в программе iThink, представлена на рис. 1.

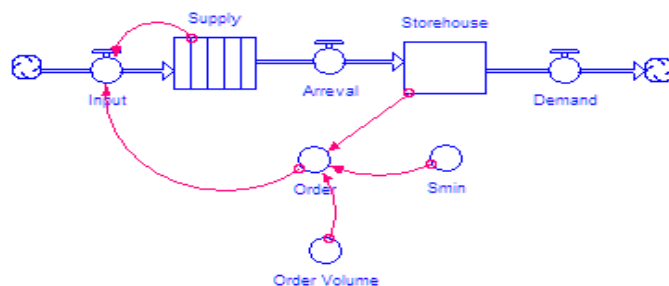
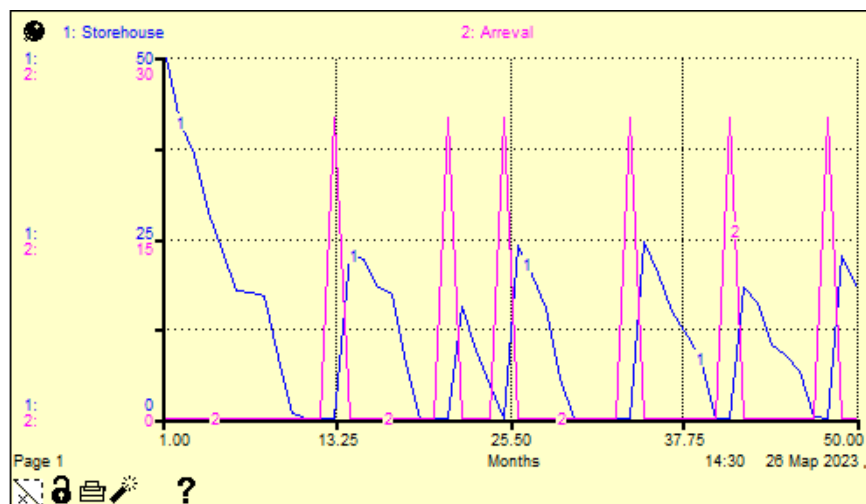


Рис. 1. Модель iThink

В имитационной модели используются следующие элементы: Input – входной поток заявок на поставку материалов; Supply – производство материала у поставщика; Arreval – поступление материала на склад материалов; Storehouse – склад материалов; Demand – спрос на материалы (отгрузка материалов со склада); Order – заказ на пополнение склада; Smin – минимальный запас на складе; Order Volume – объем заказа.

Модель позволяет одновременно учитывать вариабельности спроса и времени доставки, которые задаются случайными числами. Результаты моделирования представлены на графике (рис. 2).



Как видно из рис. 2, модель позволяет определять текущее количество запасов на складе, вариабельности спроса и времени поступления материалов от поставщика, а также информировать, когда необходимо сделать заказ на поставку новой партии материалов от поставщика.

### Библиографический список

1. Медоуз Д. Азбука системного мышления / Пер. с англ. – М: Манн, Иванов и Фербер, 2018. — 272 с.
2. Эддоус М., Стэнсфилд Р. Методы принятия решений / Пер. с англ. под ред. член-корр. РАН И.И. Елисеевой. — М: Аудит, ЮНИТИ, 1997. – 590 с.

УДК 66.045.1

ОВЧИННИКОВ Д.В., КОСЫРЕВ В.М., СОКОЛОВ А.Е., КАНОГИН И.А.

### РАСЧЁТ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В АППАРАТЕ ТИПА ВТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,  
Дзержинский политехнический институт (филиал)

На кафедре ТОТС ДПИ НГТУ разработана конструкция вихревого теплообменного аппарата (ВТА) с вращающимися потоками теплоносителей (см. рис. 1,2) Устройство ВТА защищено патентом РФ [1]. Теплообменный аппарат может использоваться для нагрева и охлаждения различных технологических жидкостей.

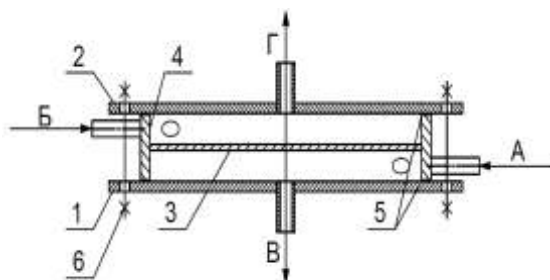


Рис. 1. Схема аппарата ВТА



Рис. 2. Вставка на патрубки В и Г

Для проектирования и расчета теплопередачи в аппарате типа ВТА необходимо иметь формулу для расчета критерия Нуссельта  $Nu$  со стороны горячего и холодного теплоносителя. В ходе опытов по теплообмену на ВТА-600 в нижнюю камеру аппарата тангенциально подавали горячую воду, а в верхнюю также тангенциально – холодную. Опыты выполняли на стенде, описанном в [2]. В работе [3] была получена формула для расчета критерия Нуссельта  $Nu$  в аппарате базового исполнения ВТА-600, без вставок на патрубках В и Г. Формула имеет вид:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot D}{\lambda} = A \cdot Re^b \cdot Pr^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{d_1}{D}\right)^{1,44}, \quad (1)$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи;  $D$  – диаметр вихревой камеры, м;  $\lambda$  – теплопроводность, теплоносителя, Вт/(м·К);  $Re$  – критерий Рейнольдса;  $Pr$  – критерий Прандтля;

$d_1$  – диаметр входного патрубка, м;  $A$  и  $b$  – постоянные коэффициенты.

Для аппарата базового исполнения без вставок было получено  $A = 0,172$ , а  $b = 1,0$ .

Испытания ВТА-600 ( $D = 610$  мм) со вставками (рис. 2) показали существенное улучшение его рабочих характеристик. ВТА со вставками имеет меньшее гидравлическое сопро-

тивление при одновременном росте теплопередачи. Формула (1) при  $A = 0,172$ , а  $b = 1,0$  существенно занижает теплоотдачу. Необходима формула, учитывающая вставки.

Была выполнена обработка массива экспериментальных данных в диапазоне расходов теплоносителей от 0,45 до 2,7 м<sup>3</sup>/ч. В результате была получена расчетная критериальная зависимость вида (1), где новые значения постоянных равны  $A = 0,886$ , и  $b = 0,89$ .

Построение «коридора ошибок» показало, что отклонение величин расчетных коэффициентов теплопередачи, на основе полученной критериальной формулы, не превышают 8% от экспериментальных. Полученная нами формула может быть использована при технологическом расчете аппарата типа ВТА с направляющими вставками.

### ***Библиографический список***

1. Патент 2711569 РФ, МПК F28D 9/00; Вихревой теплообменный аппарат / Косырев В.М., Диков В.А., Суханов Д.Е., Кежутин А.А.; опубл. 17.01.2020, Бюл. № 2.
2. Кежутин А.А. Разработка демонстрационно-экспериментального стенда для изучения работы теплообменных аппаратов / А.А. Кежутин, В.М. Косырев, П.А. Куприн, А.Е. Соколов // В сб. Материалы XII Всероссийской научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных с международным участием (22-24 мая 2019, г. Бийск) / Алт. гос.техн.ун-т. 2019.- С.35-38.
3. Соколов А.Е. Результаты испытания теплообменного аппарата ВТА-600 / А.Е. Соколов, В.М. Косырев, А.А. Сидягин, П.А. Куприн, А.А. Кежутин // В сб. Материалы XIII Всероссийской научно-практ. Конф. студентов, аспирантов и молодых учёных с международным участием (20-22 мая 2020 г, г. Бийск) / Алт. гос.техн.ун-т, БТИ. 2020.- С.18-23.

УДК 622.276.054.23

ПАВЛОВ А.В.

## **ПОГРУЖНЫЕ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫЕ НАСОСЫ. КОНСТРУКЦИЯ, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На территории Российской Федерации более 90% [1] скважин разрабатывается с помощью механизированных методов добычи. К ним относятся: штанговые методы добычи, и бесштанговые. Наибольшее распространение среди бесштанговых насосных технологий получили установки электроцентробежных насосов.

УЭЦН (установки электроприводных центробежных насосов) предназначены для откачки из скважин пластовой жидкости, содержащей нефть, воду, газ и механические примеси. К их основным областям применения относятся: вертикальные скважины; скважины сложного профиля, скважины после КРС, системы ОРЭ, системы на кабель-канате и ГНКТ.

Установка электроприводного центробежного насоса представляет собой комплекс технических устройств, расположенных как в скважине, так и на поверхности. Погружная часть электронасосного агрегата состоит из: электродвигателя с гидрозащитой; газосепаратора; центробежного насоса; и прочих узлов, смонтированных на колонне НКТ.

Погружной насос ЭЦН является многоступенчатой машиной. Геометрия проточной части ступени ЭЦН обеспечивает основные эксплуатационные характеристики насоса, такие как: напор, расход, КПД, мощность. В связи с ростом требований к последним, вопросы, связанные с проектированием формы рабочих органов не теряют своей актуальности по сей день.

Сложность создания и проектирования ступеней динамических машин связана со сложной конфигурацией их проточной части, которая имеет переменные по площади сече-

ния, что делает невозможным использование простых гидравлических зависимостей [2]. Для решения задач такого типа создаются различные математические модели, описывающие движение жидкости в ступенях динамических насосов.

В настоящий момент, наиболее подробно изучены математические модели Степанова А.И. [3], Боровского Б.И. [4], Руднева С.С. [5], описывающие работу насоса в оптимальном режиме. Однако, применение данных моделей вне оптимального диапазона сильно ограничено ввиду использования большого количества эмпирических зависимостей.

На сегодняшний день, наиболее перспективным методом разработки ступеней ЭЦН является конструктивно-аналитический, в котором сочетается использование статистических зависимостей конструктивных коэффициентов и компьютерных методов моделирования потоков жидкости (CFD – Computational Fluid Dynamics) в различных программных пакетах.

Ключевым аспектом применения CFD анализа является выбор модели турбулентности, соответствующей задачам исследования. Практика показывает, что не существует универсального метода моделирования потока жидкой среды в ступенях ЭЦН ввиду большого множества их конструкций и модификаций. Для каждого типа ступеней требуется корректный и обоснованный выбор расчетной модели турбулентности в зависимости от геометрии проточной части. В зависимости от выбранной модели, будет отличаться не только точность регистрируемых показателей, но и время расчета, сходимость целей, и т.д. Определение вышеупомянутых параметров представляет практический интерес для процесса проектирования ступеней ЭЦН, что и будет являться объектом дальнейших исследований.

### ***Библиографический список***

1. **Пармухина Е.** Обзор российского рынка УЭЦН // Нефть и капитал – 2018. - №10.–с.34-37
2. **Ивановский В.Н., и др.** Проектирование и исследование ступеней динамических насосов. Учебное пособие. — М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2015. – 102 с. – ISBN 978-5-91961-142-4.
3. **Степанов А.И.** Центробежные и осевые насосы. Теория, конструирование и применение. – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1960, 464 с.
4. **Боровский Б.И.** Энергетические параметры и характеристики высокооборотных лопастных насосов. – М.: Машиностроение. 1989. – 184 с.
5. **Руднев С.С., и др.** Обратные течения на входе в рабочее колесо и их влияние на форму напорной характеристики центробежных насосов. // «ВНИИГидромаш», М.,1968, вып. 37.

УДК 658.7

ПАНЮШКИНА А.С.

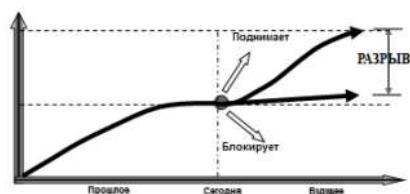
## **СПОСОБЫ РАБОТЫ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ В СИСТЕМЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ограничение в теории ограничений системы (ТОС) – это что-то, что не дает системе достигать более высокого уровня деятельности [1]. Также ограничение может рассматриваться и с другой стороны, как элемент, который позволит системе двигаться далее и улучшать свою деятельность, то есть повысить её эффективность. На рис. 1 можно увидеть, как ограничение может повлиять на систему.

Ограничения бывают различных типов [2]:

- мощность — невозможность выполнить определенные объемы в конкретные сроки;
- время — отставание системы от изменяющихся потребностей рынка;
- рынок — недостаточный спрос для развития системы.



**Рис. 1. Ограничение в системе**

Менеджеры, которые работают с системами, должны уметь управлять ограничениями, которые в них существуют. Существует несколько способов для управления ограничениями и в различных системах они могут отличаться. Если рассматривать систему управления производством, то одним из наиболее используемых и действенных будет являться буфер [2].

**Буфер** – это центральный механизм управления любым потоком. Производственный буфер (ПБ) – это механизм производственного планирования и контроля за исполнением плана. Размер ПБ делится на три равные части – зоны буфера. Каждая зона имеет свой цвет: первая треть буфера – зеленая зона, вторая – желтая, последняя – красная. На рис. 2 можно увидеть данное разделение производственного буфера.



**Рис. 2. Производственный буфер**

В фазе исполнения начало буфера означает начало «проникновения в буфер». Красный цвет имеет более высокую срочность, а значит, более высокий приоритет, чем желтый, а желтый – чем зеленый. Таким образом, в фазе исполнения зеленые заказы будут двигаться по производственному потоку, уступая дорогу красным и желтым заказам. До тех пор, пока не пройдет 1/3 предписанного им возможного времени пребывания в потоке, и они не станут желтыми и получают преимущество перед зелеными.

Размер (длина) ПБ крайне важен, поскольку он напрямую определяет время реакции предприятия на потребности клиентов. При определении размера буфера учитывают два основных момента: необходимость обеспечения хорошего времени реагирования на изменения и реалистичность объема ПБ.

### ***Библиографический список***

1. Коуэн О., Основы Теории Ограничений / О. Коуэн, Е. Федурко; 2012. – 350с.
2. Детмер У. Теория ограничений Голдратта: Системный подход к непрерывному совершенствованию / Уильям Детмер; Пер. с англ. – М.: Альпина Паблишерз, 2010. – 444с.

УДК 658.58

ПЕТУХОВА И. К., АГАПОВ М. М.

## **УЛУЧШЕНИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА**

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексева

Долгие годы промышленные предприятия при решении вопросов технического обслуживания и ремонта оборудования (ТОиР) использовали две системы ТОиР:

– «превентивная» планово-предупредительная, когда ремонты и техническое обслуживание осуществлялось в обязательном порядке через установленные интервалы наработки, указанном в нормативной документации на оборудование;

– проактивная система по фактическому состоянию ремонт «постфактум», то есть проведение ремонта оборудования уже после его отказа.

В первом случае ремонту подвергалось оборудование, имеющее контролируемые параметры (контролируемые отказы), а на оборудование имеющие внезапные отказы планово-предупредительный ремонт влияния не оказывал, если он не был капитальным.

Во втором случае отказ оборудования мог вызвать критическую ситуацию, и компания сталкивалась с большими затратами из-за длительных простоев оборудования и снижением его надежности. Для того, чтобы обеспечить показатели надежности оборудования необходимо выбирать сроки ремонтных воздействий таким образом, чтобы уменьшить влияние определяющих факторов [1].

С развитием возможностей технической диагностики популярность обретает разновидность системы ТОиР как система обслуживания и ремонта по фактическому состоянию оборудования, или «проактивный» ремонт. Проактивная система ТОиР направлена на выполнение необходимых операций, по замене и ремонту оборудования обеспечение надежности и устранения неисправностей, которые выявлены на основе online или offline сведений о фактическом состоянии оборудования, получаемых методами встроенной системы диагностирования.

Проактивная система ремонта базируется на том, что различные факторы, сопровождающие эксплуатацию, в той или иной мере приводят к развитию неисправностей. Определяющее воздействие совокупности данных факторов вызывает ускоренное развитие одной или нескольких неисправностей, которые становятся причинами снижения надежности оборудования. Среди них имеются наиболее важные, связаны с внезапным (неконтролируемым современными средствами) снижением физико-механических свойств элементов оборудования, по результатам диагностики которых определяется целесообразность ремонта.

Диагностика – распознавание (оценка) технического состояния оборудования осуществляется с применением технических средств и органолептического контроля.

Например, увеличенная вибрация (повышенный шум) является сигналом того, что физико-механические свойства материалов деталей внезапно снижаются, это является признаком пограничного работоспособного состояния элемента оборудования.

Такая ситуация непременно приводит к ухудшению технического состояния смежных элементов и оборудования в целом. Рассмотренный случай служит основанием для принятия решения о необходимости выполнения работ ТОиР.

При эксплуатации оборудования нельзя исключать факторы постепенного снижения физико-механических свойств материалов деталей, ведущие к износу элементов оборудования. Отказы, вызванные износом, возможно устранить путем реализации планово-предупредительных ремонтов.

Целью исследования является возможность объединения проактивной системы ТОиР и системы планово-предупредительных ремонтов, которая позволяет обеспечить:

- повышение надежности эксплуатируемого оборудования;
- снижение количества внезапных неисправностей;
- рационализацию затрат времени и ресурсов на обслуживание оборудования.

---

Бобровицкий, В.И. Совершенствование системы ТОиР оборудования в условиях централизации ремонтной службы предприятия / В.И. Бобровицкий, А.В. Сидоров // Вибрация машин: измерение, снижение, защита. – Донецк: ДонНТУ, 2011. – №1 (24). – С. 23-28.



## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ 3Д – ПЕЧАТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Аддитивные технологии, как одно из направлений цифрового производства, являются одним из инструментов для ускорения НИОКР и вывода новой продукции на рынок. При этом активно развиваются селективное лазерное сплавление металлических порошков (Selective Laser Melting), прямое или непосредственное осаждение (Direct Metal Deposition), электродуговая наплавка проволокой (Wire arc additive manufacturing) и др. позволяющие получать изделия из металлических материалов [1, 2]. При этом сведения о применении металломатричных композиционных материалов, как исходных компонентов для 3д печати, ограничены, в том числе вследствие дороговизны исходных компонентов.

Проведенные нами исследования в рамках проекта 22-29-20208 охватывают следующие стадии процесса получения изделия: синтез частиц оксида алюминия заданного размера в алюминиевом расплаве, диспергирование расплава, рассев по фракциям и контроль содержания частиц алюминия в полученном порошке, 3д печать полученным порошком. Для получения расплава насыщенного частицами оксида алюминия была применена технология внутреннего окисления [3], которая позволяет получать композиционный материал с меньшими, по сравнению с порошковыми технологиями, затратами. Причем получаемый материал характеризуется высоким уровнем адгезии между упрочняющими частицами и матрицей. Кроме того, в отличие от технологии механического замешивания, пористость получаемого материала значительно меньше. При этом 3д печать на оборудовании действующем по технологии Powder Bed Fusion позволяет получать однородное изделие с повышенным комплексом механических и служебных свойств (прочность, твердость, износостойкость) практически не меняя настройки печати. Использование технологии Directed Energy Deposition позволяет получать макронеоднородную структуру, в основе которой лежит алюминиевая матрица. Например, поверхность изделия может быть изготовлена из высокоармированного материала [4], а центральная часть изделия из низкоармированного сплава с повышенной пластичностью, это позволит создавать изделия с высокой контактной прочностью и износостойкостью. При этом происходит сплавление не двух различных сплавов, например, никель и алюминий, а двух алюминиевых сплавов, что уменьшает термические напряжения в создаваемой детали.

### *Библиографический список*

1. Эффективность использования аддитивных технологий как альтернативы традиционным субтрактивным технологиям при изготовлении сложных деталей из металла / А. С. Агафонцев, Н. Н. Вовк, Ю. В. Клевнов [и др.] // Труды РФЯЦ-ВНИИЭФ. – 2017. – № 22-2. – С. 228-231. – EDN LVQBCC.
2. Логачева, А. И. Аддитивные технологии производства ответственных изделий из металлов и сплавов (обзор) / А. И. Логачева, Ж. А. Сентюрина, И. А. Логачев // Перспективные материалы. – 2015. – № 5. – С. 5-15. – EDN TTJMRX.
3. Разработка технологии получения алюмоматричного литого композиционного материала с помощью синтеза упрочняющей фазы оксида алюминия в расплаве алюминия / Е. А. Чернышов, А. Д. Романов, Е. А. Романова, В. В. Мыльников // Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. – 2017. – № 4. – С. 29-36. – DOI 10.17073/1997-308X-2017-4-29-36. – EDN ZXGVUT.

4. Чернышов, Е. А. Получение высокоармированного дисперсно-упрочненного композиционного материала на основе алюминия методом внутреннего окисления / Е. А. Чернышов, А. Д. Романов, Е. А. Романова // *Металлург.* – 2018. – № 8. – С. 78-81. – EDN XWPHNV

УДК 669.14:539.375:621.7.019

САВИНЫХ О. И., ГАЛКИН В. В., ГАВРИЛОВ Г. Н., ИВАНОВ С. В.

## ОЦЕНКА ВИДОВ ИЗНОСА ПУАНСОНОВ ПРИ ВЫСАДКЕ ВИНТОВ С ПОТАЙНОЙ ГОЛОВКОЙ И КРЕСТООБРАЗНЫМ ШЛИЦЕМ

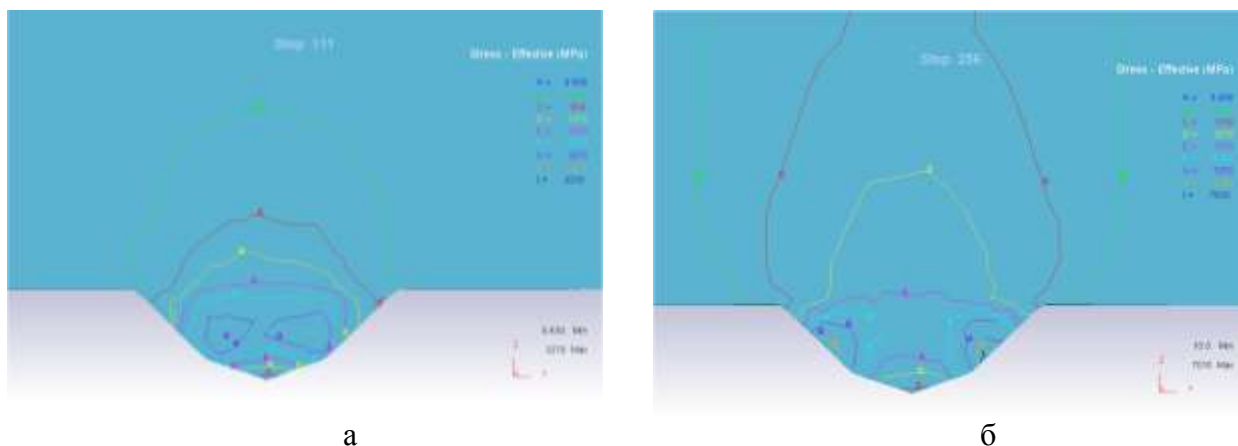
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В машиностроении широко применяются винты с потайной головкой и крестообразным шлицем из высокопрочных материалов, в частности сталей мартенситно-ферритного класса. Проблема их изготовления заключается в низкой стойкости формообразующего профиля пуансона, он теряет свою геометрию при осевом выдавливании крестообразного шлица, а также в некоторых случаях происходит его разрушение.

Оценка напряженного состояния материала деформируемой заготовки по поверхности контакта с пуансоном может дать представление о величине и характере распределения напряжений в объеме пуансона.

С помощью математического моделирования с применением программного комплекса DEFORM-3D были получены данные о напряженно-деформированном состоянии материала заготовки при высадке винта М5 и показан процесс внедрения в заготовку торцевого конического участка пуансона и сопряженного участка, имеющего форму усеченного конуса. Так же определялись величины и характер напряженного состояния в объеме пуансона. Оценка его напряженного состояния имела двухстадийный характер: на первой стадии осуществлялась оценка напряженного состояния при внедрении в заготовку торцевого конического участка пуансона, на второй – сопряженного участка в виде усеченного конуса.

В результате проделанной работы нами было получено четкое представление о полях напряженного состояния формообразующего профиля пуансона (рисунок 1). Максимальные напряжения значительно превышают предел текучести материала пуансона и приходятся на середину длины шлицеобразующих элементов.



**Рис. 1. Поля напряженного состояния формообразующего профиля пуансона при вдавливании в заготовку участков:**  
а – торцевого конического; б – усеченного конуса

### *Библиографический список*

1. **Галкин В. В.**, К вопросу построения экспериментальных зависимостей интенсивности напряжений металла от степени деформации/ Галкин В. В., Кудрявцев С. А., Терещенко Е. Г., Дербенев А. А. // Заготовительные производства в машиностроении. №11.2013.
2. **Галкин В. В., Гаврилов Г. Н., Дербенев А. А., Братухин А. В.** Инженерные решения оценки механических свойств холоднодеформированных металлических материалов в условиях многоэтапной обработки: монография/ В. В. Галкин [и др.]; НГТУ – Н. Новгород, 2019. 100 с.

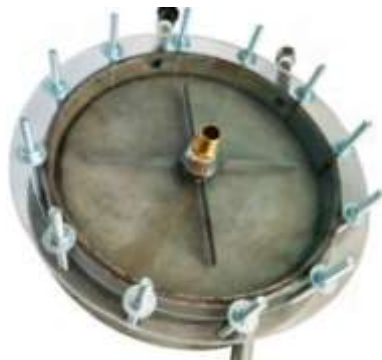
УДК 66.045.129.9

СОКОЛОВ А.Е., КОСЫРЕВ В.М., СИДЯГИН А.А.

### **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯ СКОРОСТЕЙ В ВРА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Дзержинский политехнический институт (филиал)

На кафедре ТОТС ДПИ НГТУ ведутся исследования роторно-вихревого теплообменного аппарата (ВРА) [1]. Аппарат представляет собой две вихревые камеры, разделенные теплообменным диском. В центре диска установлен ротор, служащий для интенсификации теплообмена и передающий вращение между камерами. На данный момент изучено влияние расходов теплоносителей на эффективность теплопередачи и на частоту вращения ротора. Однако до сих пор остается открытым вопрос о распределения скоростей в камерах ВРА. Было принято решение об использовании косвенного метода измерения скорости, т.е. посредством измерения скорости частиц-маркеров в потоке. Для наблюдения за частицами верхняя крышка аппарата изготовлена из прозрачного органического стекла, как показано на фото (рис. 1).



**Рис. 1. Роторно-вихревой теплообменный аппарат (ВРА) с прозрачной крышкой**

Частицы-маркеры выбираются исходя из следующих критериев. Они должны соответствовать свойствам вещества, из которого состоит поток, иначе они начнут тормозить или проскальзывать, и результаты эксперимента не будут достаточно точными. Частицы должны быть хорошо различимы. Исходя из этого, в качестве частиц-маркеров можно использовать плоские алюминиевые фрагменты размером 0,2x1,5 мм. Они достаточно легкие, движутся на одной скорости с потоком и хорошо отражают свет.

Маркеры засыпаются в специальный микро-бункер, соединенный с тангенциальным входом верхней камеры. Когда аппарат выходит на нужный режим работы, кран бункера открывают и частицы уносятся потоком в камеру. Для съемки применяется камера с кадровой частотой 240 кадров в секунду, установленная на кронштейне над прозрачной крышкой. Обработка данных заключается в разбиении видео на кадры и определении координат частиц через определенные интервалы кадров. Координатная сетка наносится с помощью инженер-

ных графических приложений, например, «КОМПАС-3D». Далее по координатам вычисляется пройденный частицами путь, строятся линии тока, находятся скорости частиц.

Результаты эксперимента позволят измерить тангенциальную и радиальную составляющие скоростей потока, наглядно увидеть наиболее турбулентные зоны в вихревой камере ВРА. Эксперимент также поможет выявить наличие застойных зон и улучшить конструкцию аппарата. На основе полученных данных будет построена математическая модель, связывающая скорости потоков и эффективность теплопередачи в ВРА.

---

Патент РФ 2766504, МПК F28D 20/00 Вихревой теплообменный аппарат / Косырев В.М., Соколов А.Е., Сидягин А.А. – опубл. 15.03.2022, Бюл. № 8.

УДК 65.011.56

СТУКАНЕВА А.А., АГАПОВ М.М.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ПРОСТОЕВ ПРОИЗВОДСТВА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность исследования простоев производства связана с качественной работой предприятия и снижением экономических затрат на устранение последствий простоев.

Простои увеличивают то количество времени, которое необходимо для производства продукции, оказывают отрицательное влияние на показатели производительности предприятий, увеличивают издержки производства, но при этом не добавляют потребительской ценности. Поэтому снижение времени простоев до возможного минимума является одной из основных задач предприятия для повышения экономических показателей и конкурентоспособности.

Под простоем понимается вынужденное состояние бездействия механизмов и рабочей силы по причине остановки оборудования цехов или всего производства. Простои могут быть плановыми и неплановыми. В отдельных случаях простои являются неотъемлемой частью рабочего процесса, когда производственный цикл не прерывается, однако часть станков в течение какого-то времени простаивает. Но в то же время, любые виды задержек снижают общую эффективность использования производственных мощностей.

Простои могут быть вызваны внутренними причинами (по вине самого предприятия – отказы оборудования, некавалифицированная работа персонала), внешними причинами (по вине поставщиков сырья и материалов, прекращения подачи электроэнергии и т. п.) и климатическими условиями.

Наиболее распространенными и значимыми являются причины, связанные с приостановкой работы производственного оборудования. Это может быть обусловлено следующими факторами:

- плановый ремонт оборудования;
- отказ оборудования;
- переналадка оборудования;
- ошибка в работе персонала.

Для сокращения времени простоев необходимо учитывать все перечисленные факторы и повышать надежность производственного оборудования.

Надежность, согласно ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения» [1] – это свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Основным направлением деятельности при повышении надежности оборудования является снижение отказов оборудования и уменьшение времени устранения возникших отказов. Отказ по ГОСТ 27.002-2015 [2] «Надежность в технике. Термины и определения» – это событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

Для решения проблемы необходимо проводить постоянный мониторинг производственного процесса и состояния оборудования, оптимизировать плановые ремонтные работы и техническое обслуживание, в том числе руководствуясь системой обслуживания оборудования на местах – Total Productive Maintenance [3], повышать производительность производственной системы за счет использования альтернативных ресурсов для узких мест, сокращения количества и времени переналадок, проводить анализ отказов для повышения эффективности управления поставками запасных частей, а также повышать квалификацию персонала.

### ***Библиографический список***

1. ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения»
2. ГОСТ 27.002-2015 «Надежность в технике. Термины и определения»
3. Total Productive Maintenance (TPM). Ремонт и реставрация производства. // [электронный ресурс] <https://worksection.com/blog/total-productive-maintenance.html>

УДК 658.783.011.2

СУСЛОВА И.А., АГАПОВ М.М.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Нижегородский государственный университет имени Р.Е. Алексеева

В настоящее время задачи управления и оптимизации запасов на складах является одной их ключевых задач любой компании. Складские запасы предприятия могут быть, как большой проблемой, так и хорошим подспорьем для бизнеса.

Поэтому необходимо рациональное ведение и использование складских запасов, которое влияет на эффективность и правильность ведения любого бизнеса.

Запасы это одни из наиболее дорогостоящих активов большинства компаний. Как правило, они составляют до 40% от общего капитала. Поэтому основная цель любого современного предприятия – обеспечение максимальной реализации и минимизации затрат, связанных с ведением деятельности по пополнению и хранению запасов.

Согласно ФСБУ 5/2019 «Запасы» [1] к запасам относятся:

- сырье, материалы, топливо, запасные части, комплектующие изделия, покупные полуфабрикаты, предназначенные для использования при производстве продукции, выполнении работ, оказании услуг;
- готовая продукция (конечный результат производственного цикла, активы, законченные обработкой (комплектацией), технические и качественные характеристики которых соответствуют условиям договора или требованиям иных документов, в случаях, установленных законодательством), предназначенная для продажи в ходе обычной деятельности организации;
- товары, приобретенные у других лиц и предназначенные для продажи в ходе обычной деятельности организации;
- готовая продукция, товары, переданные другим лицам в связи с продажей до момента признания выручки от их продажи [1];
- и другие.

На сегодняшний день задачи по разработке системы управления запасами комплектующих изделий на предприятии имеют наибольшую актуальность. Комплектующими назы-

ваются изделия, которое используется в качестве составной части изделия, выпускаемого предприятием. Они могут производиться как предприятием-поставщиком, так и самим предприятием-изготовителем.

Материалы и комплектующие до отпуска их в производство хранятся на складе. Здесь и проявляется одна из главных проблем, связанных со сроками хранения и объемом запасов – определение необходимого количества и сроков поставки запасов. Но как у большого объема запасов, так и у малого существуют свои преимущества и недостатки.

Отсутствие на складе требуемых комплектующих влечет за собой негативные последствия, которые выражаются в виде потерь, таких как:

- временные и материальные потери, связанные с задержкой сборки изделия; упущенные продажи из-за недостатка запасов;
- увеличение оборота;
- излишки, в которых «замораживаются» средства компании;
- дополнительные затраты на хранение;
- длительное хранение запасов приведет к списанию части запасов из-за их ненадлежащего состояния;
- потери, связанные с негативной реакцией рынка на частые задержки в выполнении заказов;
- снижение конкурентного статуса предприятия.

Эффективным инструментом в решении задач управления запасами является матрица ABC-XYZ анализа. Работа по созданию такой матрицы сводится к тому, что по вертикали отображаются группы А, В, С, а по горизонтали - X, Y, Z. Все позиции запаса распределяются по ячейкам AX, AY, AZ, BX, BY и т.д.

Эта матрица может многое сказать руководству о состоянии запасов в организации. Например, отсутствие групп AX и AY означает, что у компании нет стабильной или хотя бы предсказуемой потребности в основных важных запасах.

Тогда как существование группы CZ (чаще всего это неликвиды) - повод найти причины их появления.

Успешное решение вопросов запасов позволит организации извлечь следующие положительные эффекты:

- своевременное выполнение заказов;
- отсутствие «лишних» запасов;
- обеспечение большей независимости организации от внешней среды;
- устранение влияния сезонных или других ценовых колебаний.

---

Федеральный стандарт бухгалтерского учета ФСБУ 5/2019 «Запасы». Текст: электронный // Электронный фонд правовых и нормативно технических документов: [сайт]. – Режим доступа [Минфин России \(minfin.gov.ru\)](http://minfin.gov.ru)

УДК 366.546.2

СЫРОЕГИНА В. В., АГАПОВ М. М.

## **УЛУЧШЕНИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ С ПОСТАВЩИКАМИ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА**

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

Для достижения успешной деятельности организации должны управлять взаимоотношениями с поставщиками. Именно поставщики в значительной степени влияют на результа-

ты деятельности организации, а управление взаимоотношениями с поставщиками необходимо для оптимизации их влияния на результаты деятельности организации.

К потенциальным преимуществам управления взаимоотношениями с поставщиками относятся:

- улучшение результатов деятельности организации и соответствующих заинтересованных сторон путем реагирования на возможности и ограничения, относящиеся к каждой стороне;
- общее понимание целей и ценностей заинтересованными сторонами;
- увеличение способности создавать ценность для заинтересованных сторон посредством совместного использования ресурсов и компетентности [1].

Выбор поставщика – одна из важнейших задач организации. Взаимодействие с поставщиками влияет на расходы организации, простои оборудования, задержку сроков исполнения заказов.

Существуют несколько видов поставщиков:

- производители с полным циклом производства – имеющие заводские площади для осуществления всего производственного цикла;
- производители с неполным циклом производства – небольшие организации или индивидуальные предприниматели, изготавливающие товар по индивидуальному заказу, продукция изготавливается на дому или арендуются небольшие помещения;
- посредники – организации, которые не занимаются на прямую производством товара, но оказывают посредничество по продаже, хранению и транспортировке. Посредники в свою очередь подразделяются на импортеров, дистрибьютеров и дилеров.

Преимущественным видом поставщиков являются крупные производители, так как имеется возможность напрямую выставлять претензии и получать замену без временных задержек. Отношения с поставщиком разделяются на следующие типы:

- экономически обоснованные отношения – целесообразно выстраивать, когда есть большой выбор партнеров с аналогичным товаром и большая конкурентная борьба. Если поставщик не устраивает – его заменяют;
- конкурентные отношения – похож на предыдущий, но большее внимание при выборе поставщика уделяется товару и его характеристикам;
- кооперационные отношения – сотрудничество в виде объединения для совместного производства;
- партнерские отношения – тесное и взаимовыгодное сотрудничество, такой тип хорошо себя показал в долгосрочной перспективе.

Полностью избежать риска потерь при работе с поставщиками невозможно, но можно предложить решения по их снижению:

- осуществлять взаимодействие в письменном виде, избегая телефонных разговоров без записи;
- заранее обговаривать требования к выходному контролю продукции у поставщика, с целью снижения обнаружения несоответствий на входном контроле организации;
- прописывать условия расторжения договора и наложения штрафов;
- ежегодно осуществлять аудит финансового состояния партнеров.

Поэтому важным аспектом деятельности является поиск возможности установления взаимовыгодных отношений организации с поставщиками с объединением выходного контроля предприятия-поставщика и входного контроля организации, что позволит обеспечить:

- повышение качества поставляемой продукции;
- снижение несоответствий в поставках;
- рационализацию затрат времени и ресурсов на проверку качества и транспортировку.

---

1. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. Текст: электронный // Электронный фонд правовых и нормативно технических докумен-

УДК 621

ТРОШИН А.К., ТУМАНОВ А.А

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ ПО МАССОГАБАРИТНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В машиностроении процесс оптимизации изделий является одним из самых важных процессов при проектировании. Под оптимизацией понимается процесс минимизации массы изделия и разности средней и максимальной напряженности. Оптимизацию деталей проводят с помощью многих методов, одним из которых является статическая оптимизация. После проведения оптимизации в большинстве программ исходным файлом является не твердотельная модель, а полигональная, и пользователю для внесения изменений необходимо редактировать готовую твердотельную модель. И если для простых изделий этот процесс занимает несущественное количество времени, то для сложных он достаточно трудоемкий и долгий, что заметно повышает стоимость процесса проектирования.

Для решения данной проблемы разработана программа для автоматизации оптимизации по массогабаритным характеристикам. Программа базируется на программном интерфейсе системы трёхмерного твердотельного и поверхностного параметрического проектирования компании Autodesk, предназначенной для создания цифровых прототипов промышленных изделий - Inventor [1].

Основной проблемой реализации проекта является полное отсутствие поддержки программного интерфейса системы Inventor в разделе «Анализ». В связи с этим нет способа напрямую получать данные анализа поверхностей. Данная проблема значительно повышает сложность проекта, поэтому он был разделен на два этапа:

Первый этап заключается в решении задач, связанных с запуском и получением данных статического анализа. Реализованы следующие алгоритмы: алгоритм автоматического запуска анализа, алгоритм по определению его окончания и получения карты поверхностных напряжений у каждой из поверхностей и анализа этих поверхностей. Выходным результатом данного этапа является упорядоченный список поверхностей, в зависимости от выбранного оператором критерия (например, по среднему значению напряженности на поверхности). Также этот этап отвечает за инициализацию поверхностей и элементов, связанных с ними [2].

Второй этап заключался в разработке и реализации алгоритма оптимизации по массогабаритным характеристикам. Реализованы следующие алгоритмы: алгоритм по оптимизации, алгоритм по вычитанию из модели детали объемных фигур. Результатом данного этапа является готовая оптимизированная по массе модель детали. [3]

В качестве будущих дополнений планируется добавить множественный выбор после второго этапа для предоставления пользователю выбора наилучшего варианта, и добавить возможность оптимизации сразу всей сборки.

### *Библиографический список*

1. Официальный сайт Autodesk Inventor [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.deeppavlov.ai/en/master/index.html>
2. Autodesk Inventor. Первые шаги [Электронный ресурс]. Режим доступа:



[https://ru.wikibooks.org/wiki/Autodesk\\_Inventor\\_API\\_%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B2%D1%8B%D0%B5\\_%D1%88%D0%B0%D0%B3%D0%B8](https://ru.wikibooks.org/wiki/Autodesk_Inventor_API_%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B2%D1%8B%D0%B5_%D1%88%D0%B0%D0%B3%D0%B8)

3. Батищев Д.И. Методы оптимального проектирования.: Учеб. Пособие для вузов. – М. : Радио и связь, 1984 -248 с., ил.

УДК 65.018

ТУМАНОВА Л.А., АГАПОВ М.М.

## **ПОВЫШЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ КОРРЕКТИРУЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИТОГАМ ПРОВЕДЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время для успешного развития экономики очень важно обеспечение производства конкурентоспособной продукции, что, в свою очередь, будет зависеть от высокого качества продукции. В условиях глобализации рынка потребитель имеет выбор между множеством товаров от различных производителей.

В таких условиях конкурировать смогут только компании, способные предложить действительно качественный продукт без увеличения стоимости для потребителя. Поэтому, производители продукции должны непрерывно искать способы для улучшения качества своей продукции, снижения издержек производства, повышения удовлетворенности потребителей [1].

Система менеджмента качества играет решающую роль в обеспечении экономической устойчивости организации, в том числе в повышении конкурентоспособности ее продукции. Аудит качества является инструментом, который позволяет руководителю организации оценить результативность и эффективность системы менеджмента качества организации, а также выработать действия по ее улучшению.

Основной задачей аудита качества является выявление несоответствий системы менеджмента качества с целью определения и устранения причин, вызвавших обнаруженные несоответствия, что в свою очередь приведет к улучшению системы менеджмента качества и всей деятельности организации в целом.

В России вопросы организации аудита регламентирует ГОСТ Р ИСО 19011-2021 «Оценка соответствия. Руководящие указания по проведению аудита систем менеджмента». Он содержит такие руководящие указания по аудиту систем менеджмента, как:

- принципы аудита;
- управление программой аудита;
- процесс проведения аудита системы менеджмента [2].

Данный стандарт также определяет оценку компетентности лиц, участвующих в процессе проведения аудита, и лиц, которые отвечают за управление программой аудита. Но он не регламентирует выполнение последующих (корректирующих) действий по результатам аудита, указывая только на их возможную необходимость.

Отсутствие регламента деятельности по разработке и реализации корректирующих мероприятий приводит к формальному выполнению данных работ и, соответственно, к отсутствию положительных результатов по результатам проведения аудита.

Для регламентации процесса разработки корректирующих мероприятий по результатам проведенного внутреннего аудита с целью повышения результативности от их реализации предлагается разработать регламент данного процесса, в основе которого лежит метод «5W+1H+1S», заключающийся в постановке ряда вопросов, на которые следует ответить при формулировании корректирующих мероприятий – что, зачем, кто, где, когда, как, статус мероприятий.

## *Библиографический список*

1. Недбайлюк, Б. Е., Аудит качества : учебник / Б. Е. Недбайлюк. — Москва : КноРус, 2022. — 200 с.
2. ГОСТ Р ИСО 19011-2021 «Оценка соответствия. Руководящие указания по проведению аудита систем менеджмента»

УДК 621

ФИРОВ А.П.

### **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕЛЕЖКИ ДЛЯ ТЕПЛИЧНОГО КОМПЛЕКСА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развивающиеся технологии и увеличивающиеся объемы производства предъявляют новые требования к сельскохозяйственной технике. Одним из таких направлений является автоматизация технологических процессов в теплицах.

Целью данного исследования является разработка автоматизированной тележки для теплиц, которая позволит упростить и ускорить процесс уборки урожая, а также уход за сельскохозяйственными культурами.

Задачи исследования:

1. Изучение существующих аналогов тележек для теплиц.
2. Определение требований к автоматизированной тележке.
3. Разработка конструкции тележки.

В настоящее время на мировом рынке существует много компаний, которые занимаются производством тележек различных моделей. Зарубежными представителями являются: Berg Hortimotive – Нидерланды, Precimet – Польша, Vogaerts – Бельгия и другие. В России подобные тележки выпускают такие компании как: Walzmatic, РусАгроКомплекс и другие. Модели, выпускаемые вышеперечисленными компаниями, имеют схожую концепцию, однако есть и отличительные особенности. Например: все модели имеют различную высоту подъема рабочей платформы с помощью ножничного механизма, которая варьируется от 3 до 6.5 метров. Большинство тележек передвигается по труборельсовой системе. Тележка модели WNE-471 от компании Precimet имеет ножной тормоз для обеспечения безопасности оператора. Еще данная модель оснащена дополнительным гидравлическим шасси для передвижения по бетонному покрытию. Особенностью тележки Лиана 3.5 от Катав-Ивановского приборостроительного завода является отсутствие гидравлической системы, что повышает экономию ее обслуживания и исключает попадания масла в почву, и использование гелиевых необслуживаемых АКБ. Данная модель является полностью электрической и более экологически чистой по сравнению с другими моделями.

Изучив и проанализировав существующие варианты тележек для теплиц, мною были определены следующие требования для ее разработки:

1. Устойчивость и маневренность.

Тележка должна иметь устойчивую конструкцию и быть оборудована колесами, которые обеспечат маневренность и возможность двигаться по труборельсовым системам.

2. Автоматизированная система управления.

Тележка должна иметь консоль управления с помощью, которой будет задаваться направление и скорость движения, подъем или опускание рабочей платформы за счет ножничного механизма, а также возможность аварийного останова для полной остановки работы тележки.

3. Удобство использования и эргономика.

Тележка должна быть удобной для использования и обслуживания. Она должна обладать эргономичной конструкцией, которая позволит работнику безопасно и комфортно управлять тележкой.

#### 4. Надежность и безопасность.

Тележка должна быть надежной и безопасной в использовании. Она должна соответствовать стандартам безопасности и быть оборудована необходимыми системами защиты и остановки в случае аварии.

5. Производительность. Тележка должна обладать высокой производительностью, чтобы сократить время, затрачиваемое на уборку урожая, уменьшить нагрузку на работников и увеличить эффективность тепличного хозяйства.

6. Экономическая целесообразность. Тележка должна быть экономически целесообразной и обладать оптимальным соотношением цены и качества. Это позволит ее использовать для промышленного производства в большом количестве и добиться значительной экономии трудовых ресурсов.

Предложена следующая конструкция автоматизированной тележки для теплиц. Она должна состоять из шасси с двумя парами колес для движения по трубопельсовой системе. Для подъема рабочей платформы на высоту 4-5 метров должен быть предусмотрен ножничный механизм. Безопасность передвижения оператора должна обеспечиваться наличием рамы с ограждением.

Что касается электрической части. Тележка должна быть оснащена электродвигателем для передвижения и управления. Для работы ножничного механизма должен быть предусмотрен электропривод.

Наличие электронной платы даст возможность управлять электродвигателем и другими компонентами тележки, а также передавать данные датчиков и других систем. Для работы электронной платы, электродвигателей и других компонентов тележки необходимы один или два АКБ.

Автоматизированная тележка должна быть оборудована системами датчиков, чтобы получать информацию о теле в реальном времени, например, информацию о положении, скорости и других параметрах. Тележка должна быть оснащена системой безопасности, которая позволит ей остановиться в случае чрезвычайной ситуации или опасности, например, если она столкнется со стенкой теплицы или выйдет за ее пределы. Важно, чтобы все электрические компоненты были защищены от влаги и избыточной пыли, чтобы их работа не нарушалась в условиях тепличного комплекса. Также необходимо предусмотреть систему диагностики и контроля, которая позволит отслеживать работу тележки в реальном времени и вовремя выявлять возможные поломки или проблемы.

Разработанная автоматизированная тележка для теплиц является эффективным и простым в использовании средством, которое поможет ускорить процесс уборки урожая и ухода за сельскохозяйственными культурами, а также улучшить производительность тепличного хозяйства. Ее использование позволит сократить время, затрачиваемое на уборку, а также уменьшить нагрузку на работников.

УДК 62-519

ШАЛОВ М.А., ТУМАНОВ А.А.

## **ГИБРИДНАЯ СИЛОВАЯ УСТАНОВКА МОБИЛЬНОГО РОБОТА**

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Мобильный робот – это автономный механизм, способный перемещаться в окружающем пространстве. Такая интеллектуальная техническая система, не привязанная к одной локации, выполняет заданные действия согласно интегрированной в нее базе знаний.

В зависимости от программы, заложенной в блок управления, мобильный робот действует автономно или управляется удаленно оператором. Механизм передвигается по заданному алгоритму или самостоятельно определяет траекторию перемещения.

Система передвижения мобильного робота обязательно должна включать в себя: энергетическую установку, трансмиссию и движители. В качестве источника энергии у таковых могут использоваться как электродвигатель, так и двигатель внутреннего сгорания. От выбора энергетической установки зависит и конструкция трансмиссии. В подобных системах принято использовать либо электрические двигатели (ЭД), либо двигатели внутреннего сгорания (ДВС).

Первые обладают большим количеством преимуществ, таким как, например:

- Не требуется «раскачка». Крутящий момент достигает максимума непосредственно при включении. Именно по этой причине электрический двигатель электромобиля не требует наличия стартеров и сцеплений – неотъемлемых спутников ДВС.
- Удобство. Для включения заднего хода (то есть коррекции со стороны вращения мотора) достаточно поменять полярность, сложная коробка передач не требуется.
- Высокий КПД. У машин с электродвигателями он достигает 95 %.

Но и классический ДВС не лишен плюсов:

- Высокая дальность хода на одной заправке;
- Высокая мощность. Сегодня двигатели внутреннего сгорания могут обладать огромным запасом лошадиных сил.
- Простота в использовании. Разобраться в устройстве моторов сегодня может любой желающий, если приложит к этому некоторые усилия. Большинство из них имеют одинаковые системы, поняв, из чего состоит один двигатель, вы с легкостью сможете разобраться в любом другом.

Инженерами проводятся различные исследования по разработке силовой установки, которая будет совмещать в себе плюсы обоих вариантов.

В классическом варианте система начинает движение на электрической тяге, а после переходит на бензиновый двигатель для экономии заряда аккумулятора. Но для подобного рода установок требуются усложненные системы управления, а также большое количество полезной нагрузки уходит на управляющие элементы, например, коробка передач для управления ДВС.

Из всего сказанного можно сделать вывод: необходимо разработать структурную схему такой силовой установки, которая будет обеспечивать требуемую мощность для устройств мобильного робота, необходимую скорость и проходимость, но будет меньше классической схемы гибридной установки, что позволит оснастить мобильного робота всем необходимым оборудованием или улучшить его ходовые характеристики.

УДК 005.6

ШИЛИНА Е.Р., АГАПОВ М.М.

## **ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВТОРЯЕМОСТИ НЕСООТВЕТСТВИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность исследования несоответствий связана с качеством продукции, процессов и услуг. В этой связи повторяемость несоответствий обусловлена либо некачественным решением проблемы, либо соответствующим отношением персонала и руководства организации к её решению.

Согласно ГОСТ Р ИСО 9000-2015 [1] несоответствие – это невыполнение требований. Повторное несоответствие – это несоответствие, допущенное одной и той же организацией

на одной и той же или аналогичной продукции или процессе, отнесенное к одному и тому же виду несоответствия в период оценки повторяемости несоответствия.

После выявления несоответствия необходимо выполнить две операции:

- провести анализ несоответствия, определить причины его возникновения, разработать и выполнить корректирующие действия.
- проанализировать возможные последствия несоответствия, разработать и произвести коррекцию. Коррекция – это разовое действие, предпринятое для устранения причины несоответствия и предупреждения его повторного возникновения.

В ряде случаев на этом и ограничиваются. В то время как корректирующие действия – это деятельность по устранению причин несоответствия с дальнейшей перспективой исключения его повторяемости.

Таким образом, постоянная реализация корректирующих действий является более действенной мерой, способной предотвращать повторное возникновение несоответствия. Чтобы разработать эффективные корректирующие действия, нужно точно определить причину возникновения данного несоответствия. Устранение симптомов не предупреждает повторного их возникновения. Чтобы избежать повторения проблемы, необходимо провести изучение причин несоответствий, определить ключевую причину возникновения и подходящее действие для ее устранения. Корректирующее действие должно устранить корневую причину выявленного несоответствия, чтобы быть эффективным.

После реализации всех мероприятий в отношении несоответствия необходимо оценить их эффективность ее можно подтвердить длительностью периода, гарантирующего отсутствие повторного несоответствия. В случае если в этот период несоответствие повторно не выявлено, то выполненные действия исключили из системы менеджмента причину несоответствия и могут считаться результативными [2]. Если после выполнения корректирующих действий имеют место случаи повторения несоответствия, то руководитель подразделения обязан продолжить поиск истинных причин его повторения и предпринимать необходимые действия для их устранения (по аналогии с циклом PDSA). В противном случае регистрируется повторное несоответствие, и процедура повторяется. Решение проблемы неэффективной работы с несоответствиями избавит от повторных несоответствий и уменьшит их общее количество.

В практической деятельности предприятия зачастую формально (только на бумаге) разрабатывают и производят корректирующие действия, ограничиваясь коррекцией как исправлением текущей ситуации в данный момент, а не устранением причин проблем с целью недопущения их повторения. В результате чего наблюдается повторяемость несоответствий. Для решения этой проблемы нужно для начала уйти от формального подхода и решать проблемы исключения появления прошлых ошибок для дальнейшего улучшения деятельности, связать эффективные методы работы с несоответствиями, методы определения коренных причин несоответствий (мозговой штурм, «5 Почему», диаграмма Исикавы) и провести аналогию с постоянным совершенствованием (улучшением) – циклом PDSA, что несомненно приведет к повышению эффективности работы с несоответствиями на практике.

### ***Библиографический список***

1. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. Текст: электрон. // информационная сеть «техэксперт»: [сайт] — режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200124393?ysclid=lg3wcbshao400342095>, свободный.
2. Эффективное управление несоответствиями в производственной деятельности ОАО «Севернефтегазпром» [электронный ресурс] — электронные текстовые данные — режим доступа: <https://xn--80aaigboe2bzaiqs7i.xn--p1ai/severneftegazprom-2020-5/>

## **СОКРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ ПРОСТОЕВ, ВЫЗВАННЫХ ОТКАЗАМИ ОБОРУДОВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

Простоем является вынужденные приостановки работы оборудования, которые снижают общую эффективность использования производственных мощностей.

Основной причиной простоев является незапланированный выход оборудования из строя, то есть отказ. Отказы оборудования приводят к продолжительной остановке производственных линий, задержке выполнения производственных задач и соответственно появлению дополнительных затрат. Поэтому одна из главных задач, которая стоит перед предприятием, является сведение к минимуму количество отказов и сокращение за счет этого времени простоев.

Для повышения эффективности безотказной работы оборудования непрерывно используется подход постоянного улучшения, направленный, как на совершенствование организации управления отделов ремонта, так и непосредственно самой системы технического обслуживания и ремонта оборудования (ТОиР).

На протяжении долгого времени использовались две стратегии ТОиР:

- реактивная;
- превентивная.

Реактивная стратегия ТОиР подразумевает под собой осуществление ремонтных работ оборудования только в случае его отказа или достижения критических значений параметров работы оборудования. Данная стратегия характеризуется непредсказуемостью, а соответственно отсутствием возможности быстро устранить отказ.

Превентивная стратегия ТОиР подразумевает под собой предупреждение отказов оборудования за счет проведения планово-предупредительных ремонтов (ППР), включающих в себя планирование и подготовку службы ТОиР. Однако стратегия ППР финансово затратная, так как при проведении плановый ремонт могут быть заменены работоспособные детали и узлы в оборудовании.

Развитие технологий поспособствовало переходу от реактивной и превентивной стратегии ТОиР к проактивной. Данная стратегия заключается в определении фактического технического состояния оборудования и его прогнозе. Техническое состояние (ТС) оборудования определяется посредством проведения технического диагностирования, в результате которого формируется заключение о работоспособности оборудования и в случае выявления дефекта определяется его место, вид и причина. На основе полученной информации принимается решение о необходимости проведения ремонтных работ, осуществляется их планирование и выполнение в дальнейшем. Кроме определения фактического ТС диагностирование позволяет спрогнозировать ТС оборудования, то есть определить срок службы объекта в работоспособном состоянии в будущем, и установить ТС оборудования в прошлом, например, при расследовании причин отказов оборудования.

Применение методов диагностирования ТС оборудования снижает вероятность внеплановых простоев, вызванными отказами оборудования, так как позволяет своевременно выявить дефекты и предотвратить отказ оборудования. Также диагностика повышает безотказность работы оборудования и снижает финансовые и временные затраты на ремонты.

Одним из инструментов, позволяющим интегрировать проактивную стратегию ТОиР, являются цифровые двойники, представляющие собой цифровую модель объекта (оборудования). Цифровые двойники позволяют определить наличие отклонений параметров работы оборудования в реальном режиме времени и динамику их роста, тем самым позволяя предупредить отказ. Также цифровые двойники позволяют смоделировать различные ситуации и

варианты отказов, поведение оборудования при различных режимах работы, условиях эксплуатации и воздействиях окружающей среды.

В конечном итоге цифровые двойники позволяют определить ТС оборудования, предсказать его отказ и соответственно избежать простоев оборудования, вызванных отказами и проведением внеплановых ремонтов.

### ***Библиографический список***

1. Бобровицкий В.И. Совершенствование системы ТОиР оборудования в условиях централизации ремонтной службы предприятия / В.И. Бобровицкий, А.В. Сидоров // Вибрация машин: измерение, снижение, защита. – Донецк: ДонНТУ, 2011. – №1 (24). – С. 23-28.
2. Диденко И. Основы технической диагностики: конспект лекций для студ. [Электронный ресурс] / И. Диденко – Иркутск – ИрГУПС – 2010 – 10 с. – Режим доступа: [https://www.studmed.ru/lekcii-osnovy-tehnicheskoy-diagnostiki\\_a13d055c262.html](https://www.studmed.ru/lekcii-osnovy-tehnicheskoy-diagnostiki_a13d055c262.html)

УДК 65.011.56

ЮНОЧКИНА Е.А.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Поиск эффективных методов управления и организации производства является актуальной задачей современности. Производственный процесс - это совокупность действий персонала и используемых им орудий производства, предназначенных для изготовления определенной продукции в указанном количестве, качестве и в заданные сроки.[1] Для того, чтобы продукция производилась в срок, процесс производства четко планируется.

Процесс планирования можно описать следующим образом: группа, управляющая производством, вносит существующие или прогнозируемые заказы в основной план производства.[1] Основной план устанавливает объем и дату поставки всего ассортимента изделий, необходимого для выполнения каждого заказа. После переходят к выравниванию загрузки производственной мощности (предварительному планированию мощности), чтобы убедиться, что в наличии достаточно производственных и складских мощностей, оборудования и рабочей силы и что основные поставщики располагают необходимыми мощностями для поставок комплектующих, если в этом возникнет необходимость.

Далее планируются материальные потребности, в основе чего лежит основной план производства. Из основного плана используют данные о потребности в продукции по периодам планирования, определяют необходимые компоненты, рассчитывают потребности в материалах по периодам и устанавливают сроки размещения заказов на изготовление или закупку по каждой детали и узлу для выпуска продукции в соответствии с производственным графиком. В основном определяются также необходимые производственные мощности. Результат планирования - составление дневного или недельного графика заказов на изготовление продукции по конкретному оборудованию, производственным линиям и рабочим центрам. В сервисе при неизменном штатном расписании акцент делают на составлении недельного или даже почасового ежедневного расписания работы сотрудников.

В случае появления дополнительных заказов или изменений графика сотрудники планово-диспетчерского отдела (ПДО) осуществляют оперативную корректировку запланированных сроков выполнения операций. Корректировка ограничивается определением изменения времени выполнения текущей технологической операции выполняемой на рабочем месте без учета последующего набора операции и их дальнейшей последовательности. При

незначительных объемах отклонений ПДО успешно справляется с задачами оперативного управления, но при возрастании количества отклонений возникают проблемы.[2] Процесс перепланирования приводит к нарушению производственного процесса, так как создает необходимость перестраивания технологических потоков, увеличиваются затраты времени на вспомогательные работы, повышается уровень незавершенного производства.

Для решения проблемы создания эффективной системы автоматизированного управления производственным процессом в рамках предприятия необходимо автоматизировать оперативное управление на этапе протекания производственного процесса.

#### ***Библиографический список***

1. Производственный и операционный менеджмент. Р.Б. Чейз, Москва, изд. Дом «Вильяме» 2004г. – 704 с.
2. Цифровые двойники для автоматизации оперативного управления машиностроительным производством. Колесникова О.В., Рупинец И.С., Лелюхин В.Е., ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, 2021г. - 6 с.



## СЕКЦИЯ 4

---

# НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА И ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

---

### Подсекция 4.1

---

---

## Конструирование наземных транспортных средств

---

---

УДК 621.3

ЗАКУНОВ П.А., ТУМАСОВ А.В.

### КЛЮЧЕВЫЕ АНАЛИЗЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Нижегородский государственный университет имени Р.Е. Алексева

#### 1. Описание устройства (Item Definition)

Согласно ISO 26262-1:2018, устройство (Item) – это система или набор систем, реализующие некоторую функцию уровня транспортного средства.

Цель Item Definition:

- определить и описать устройство/систему, его функциональные возможности, зависимости и взаимодействие с водителем, средой и другими устройствами на уровне транспортного средства;

-обеспечить надлежащее понимание функционирования устройства/системы, чтобы могли быть выполнены соответствующие действия на последующих стадиях.

При выполнении Item Definition, необходимо указать только те функции, которые отображают наблюдаемое поведение на уровне транспортного средства.

#### 2. Анализ управляющих слов (HAZOP)

Анализ управляющих слов (HAZOP) позволяет определить неправильное поведение и связанные с ним опасности для функций элемента путем добавления неисправностей.

HAZOP является качественным методом, основанным на использовании управляющих слов. Управляющие слова могут быть подобраны или могут быть использованы общие слова, охватывающие все типы отклонений.

Ключевые слова помогают составить максимально подробный перечень неисправностей.

NO OR NOT – полное отрицание, MORE – количественное увеличение, LESS – количественное снижение, ASWELL AS – качественное изменение/увеличение, PARTOF – качественное изменение/снижение, REVERSE – логическое противопоставление, OTHER THAN – полная замена, EARLY – рано (относительно времени), LATE – поздно (относительно времени), BEFORE – перед (относительно порядка или последовательности), AFTER – после (относительно порядка или последовательности), PERIODIC – изменение в количестве или нестабильность.

#### 3. Анализ опасностей и оценка рисков (HARA)

Согласно ISO 26262-3:2018, цели анализа HARA:

- выявить и классифицировать опасные события, вызванные некорректным функционированием неисправного устройства/системы;
- сформулировать цели безопасности с соответствующими значениями уровня полноты безопасности (УПБА, ASIL), связанными с предотвращением или ослаблением последствий опасных событий, во избежание необоснованного риска.

Цели безопасности и их значения УПБА определяются на основе анализа всех опасных ситуаций, которые может создать некорректное функциональное поведение устройства/системы.

Значения УПБА определяются с учетом оценки влияющих факторов, таких как тяжесть последствий “S”, вероятность воздействия “E” и управляемость опасного события ”C”.

Для каждого опасного события должна быть определена цель безопасности со значением УПБА, оцениваемым для опасного события при анализе рисков. Если определены похожие цели безопасности, то они могут быть объединены в одну цель безопасности. В таком случае цели безопасности должно быть назначено наибольшее из значений УПБА.

#### 4. Архитектура безопасности (функциональная, техническая)

Архитектура представляет структуру системы и позволяет проводить:

- идентификацию составляющих блоков;
- определение границ и интерфейсов;
- распределение, т.е. присвоение требований элементам архитектуры.

Функциональная архитектура (ФАБ) отражает компоненты устройства/системы и их функции, связи между компонентами и внешней средой.

Техническая архитектура (ТАБ) в отличие от функциональной более подробно и содержит реальные технические элементы/процессы рассматриваемой системы, внешние и внутренние интерфейсы и не включает в себя конкретные программные модули и части аппаратного обеспечения.

Согласно ISO 26262-4:2018, ТАБ должна соответствовать техническим требованиям к системе безопасности с соответствующими для них значениями УПБА. Каждый элемент ТАБ наследует наивысшее значение УПБА среди технических требований к системе безопасности, которые он реализует.

---

ГОСТ Р ИСО 26262-1-2020 «Дорожные транспортные средства. Функциональная безопасность» [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/566085567>

УКД 629.331

КАПУСТИН А.Г., МАКАРОВ В.С.

### **РАЗРАБОТКА НОВОЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ФОРМЫ КУЗОВА НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА**

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексева

В статье представлена разработка оригинальной совершенной аэродинамической формы автомобильного кузова.

Ученые всего мира бьются над поиском решения проблемы, как сделать кузов автомобиля максимально совершенным с аэродинамической точки зрения. Благодаря наименьшему коэффициенту аэродинамического сопротивления транспортное средство сможет разгоняться быстрее, чем автомобили с менее совершенной аэродинамической формой кузова, при этом на разгон затрачивать меньше энергии. И проезжать значительно большие дистанции, расходуя меньше топлива по сравнению с автомобилями с менее совершенным кузовом.

Боковые зеркала устанавливаются на автомобиль с целью помочь водителю видеть области позади и по бокам транспортного средства, и вне периферического зрения водителя, что благотворно влияет на безопасность дорожного движения.

Но боковые зеркала негативно влияют на аэродинамические характеристики автомобиля, так как они являются выступающими элементами и создают дополнительную парусность при движении транспортного средства. Размер одного бокового зеркала в среднем составляет около 200 мм в ширину, и 125 мм в высоту. А у современного автомобиля, по правилам технического регламента «О безопасности колесных транспортных средств» ЕЭК ООН - основному регламенту по разработке автомобильной технике, говорится, что на автомобиле обязательно должно быть 2 боковых зеркала.

На сегодняшний день существует дорогостоящая альтернатива боковым зеркалам – это боковые камеры заднего вида.

Такой вариант эффективен за счет минимальных габаритных размеров камеры. В среднем диаметр корпуса камеры 45 мм, то есть парусность от камер создается значительно меньше. Поэтому если на обычный автомобиль установить боковые камеры на место боковых зеркал, то коэффициент аэродинамического сопротивления значительно снизится.

Очевидный минус боковых камер – не надежность сигнала передачи изображения на монитор. В связи с этим эксплуатация автомобилей с камерами более чем в 40 странах мира запрещена, т. к. сигнал с камеры может отказать в любой момент времени. И водитель останется без бокового обзора, может привести к аварийной ситуации.

Таким образом, на данный момент боковые зеркала остаются самым безопасным источником передачи информации о ситуации, происходящий позади его транспортного средства.

Вариант, разрабатываемый научными сотрудниками НГТУ им Р.Е. Алексеева основан на использовании зеркал заднего вида. Но значительно меняется их положение в авто. Зеркала имеют другую геометрическую форму и размещены в крыле автомобиля.

Благодаря такому решению, кузов автомобиля приобретает стрелообразную форму, и его аэродинамика автомобиля заметно улучшается.

### *Библиографический список*

1. **Папунин, А.В.** Расчет ширины преодолеваемого рва многоосной колесной машиной / Папунин А.В., Беляков В.В., Макаров В.С. / Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2018: Сборник тезисов / Санкт-Петербургский горный университет, СПб, 2018, С. 35
2. **Papunin, A.V.** A dynamic model of unsupported pit traversal by a vehicle with 6x6 wheel arrangement / Papunin A.V., Belyakov V.V., Makarov V.S. , Anikin A.A., Vahidov U.Sh. // Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018
3. **Зезюлин, Д.В.** Транспортное средство "КОРСАК" для обслуживания линейных объектов/ Зезюлин Д.В., Макаров В.С., Федоренко А.В., Беляев А.М., Беляков В.В. //«Труды НГТУ»– Н.Новгород, 2014. №4(106) С. 336-341
4. **Papunin, A.V.**, Makarov V.S., Belyaev A.M., Belyakov V.V. Field research of profile trafficability of 6x6 wheel assembly KORSACK vehicle / IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1177 (2019) 012051
5. **Папунин, А.В.**, Макаров В.С., Беляков В.В. Модель преодоления разрушаемого рва многоосной колесной машиной / «Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева» – Н.Новгород, 2019. №1(124) С. 194-203
6. **Papunin A.V.**, Belyakov V.V., Makarov V.S. Calculation of trench width to be overcome by multi-axis wheeled vehicle / IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 194 (2018) 062027

## МОБИЛЬНАЯ ГУСЕНИЧНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ОТРАБОТКИ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ

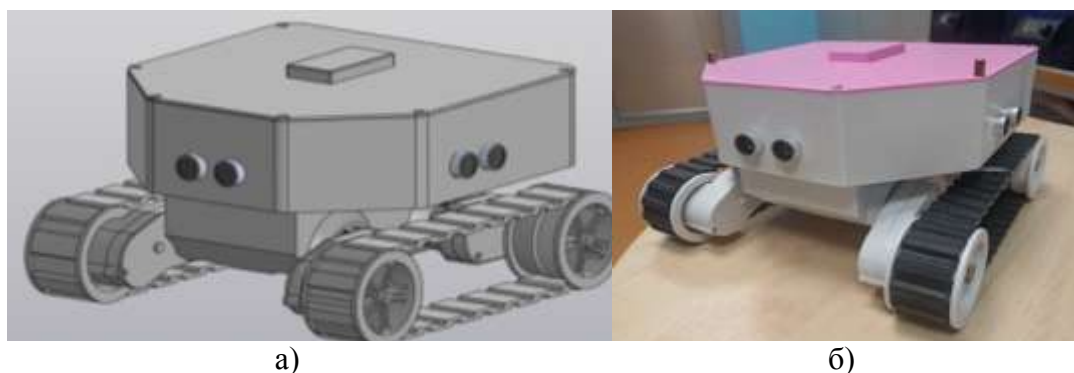
Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Мобильная робототехника является одной из самых динамично развивающихся сфер робототехники в текущее время. На данный момент актуальной все еще остается задача создания беспилотного мобильного робота, который мог бы упростить и ускорить процесс создания проектного решения автономного и дистанционного управления. Приоритет нерешенных задач, при использовании готового транспортного средства (мобильной платформы) устанавливается на разработку самих алгоритмов управления робототехническим комплексом. Для этого необходимо обеспечить мобильного робота соответствующим набором информационно-измерительных устройств, позволяющим определять расстояние до объектов, положение относительно начальных координат перемещения. Полученные данные могут быть использованы мобильной платформой для позиционирования на определенной местности, а также для построения траектории движения мобильной робототехнической платформы.

Одну из множества примеров задач, которые можно реализовать, используя мобильного робота — построение алгоритма поиска кратчайшего пути. К примеру алгоритм A\* считается одним из наиболее лучших алгоритмов, используемых для поиска кратчайшего пути.

В качестве мобильной части основания робототехнической платформы для реализации поставленных задач было решено использовать бюджетное готовое решение в виде прочного шасси Rover 5, которое позволяет перемещаться на различных типах поверхностей и пересеченной местности. Оно является отличной базой для создания беспилотного мобильного робота сверхмалого класса на гусеничном шасси с танковой системой рулевого управления.

Для решения задач позиционирования и идентификации мобильного робота на местности платформа оснащена дополнительными информационно-измерительными устройствами: IMU сенсором, ультразвуковыми и инфракрасным дальномером, а также датчиками одометрии.



**Рис. 1. Общий вид модернизированной платформы.**

**3D – модель (а) и собранный прототип модернизированной платформы (б)**

Перед внесением изменений в конструкцию платформы была произведена компоновка мобильного робота, а также разработана верхняя часть корпуса в отечественной среде проектирования Компас-3D. На рис. 1 представлена 3D – модель мобильной робототехнической платформы и собранный прототип.

УДК 629.33

МАЗУНОВА А.П., МАЗУНОВА Л.Н., БЕЛЯКОВ В.В.

## **ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ПОДВИЖНОСТИ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ**

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского  
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Среди существующего многообразия автотракторной техники в настоящее время нередко встает проблема сравнения нескольких образцов, способных выполнять схожие функции в определенных условиях и при заданных режимах эксплуатации. Показатель подвижности, вычисленный на основании технико-эксплуатационных характеристик, и поставленный в соответствие каждой ТТМ, позволяет решать не только задачу сравнения существующих образцов, но и выбора оптимального конструкторского решения [1-8].

Целью исследования является разработка алгоритма вычисления интегрального показателя подвижности на основе методов многокритериальной оптимизации.

В процессе построения алгоритма предполагается решить следующие задачи:

- построение банка базовых значений эмпирических показателей, описывающих технико-эксплуатационные характеристики ТТМ, и на основании которых будет производиться нормировка показателей, описывающих исследуемый образец автотракторной техники;

- построение полной унифицированной номенклатуры эмпирических показателей, описывающей исследуемую единицу автотракторной техники. Показатели и их группы следует представлять в виде иерархической схемы, в которой любой групповой показатель, кроме эмпирического, лежащего в самом нижнем уровне, предопределяется соответствующими показателями предшествующего иерархического уровня. Вершиной такой схемы является рассчитываемый интегральный показатель;

- разработка процедуры преобразования качественных показателей в количественные. С помощью метода анализа иерархий представляется возможность расширить спектр эмпирических показателей путем добавления в него числовых значений соответствующих качественных характеристик [9];

- формирование шкалы измерения эмпирических показателей для получения нормированных оценок, т.к. все разноразмерные показатели свойств должны быть преобразованы и приведены к одной размерности или выражены в безразмерных единицах измерения;

- разработка процедуры получения коэффициентов весомости эмпирических и групповых показателей. При определении комплексного показателя подвижности каждый показатель отдельного свойства должен быть скорректирован коэффициентом его весомости. Такой подход позволит учесть степень важности вклада наиболее значимых характеристик, определяющих подвижность ТТМ. Для определения весовых коэффициентов авторами проанализированы различные методы, в том числе и метод анализа иерархий [10];

- выбор правила агрегирования весовых коэффициентов и характеристик в интегральный показатель подвижности, например, с помощью аддитивной свертки взвешенных групповых критериев.

Опираясь на описанную методику, были вычислены комплексные показатели подвижности легковых автомобилей, а также вездеходной техники. В качестве исходных данных, или эмпирических критериев, взяты технические характеристики транспортных средств, заявленные производителями. В соответствии с полученными интегральными критериями транспортные средства могут быть ранжированы по своим группам. Сравнительный анализ показал, что результаты вычислений дают результат, близкий к результатам рейтинг-тестов, проводимых экспертами. Иллюстрирующие материалы представлены в предыдущих работах авторов [11-12].

Полученный критерий позволит сравнивать несколько образцов автотранспортной техники в зависимости от целевого назначения и с учетом выбора оптимальных условий эксплуатации транспортных средств, а также на этапе проектирования вносить изменения в конструкцию для сокращения неблагоприятных экологических воздействий на окружающую среду и оптимизации транспортных перевозок.

### *Библиографический список*

1. **Беляков, В.В.** Оценка подвижности транспортно-технологических машин / В.В. Беляков, Е.Ю. Гольшев // НГТУ, Н.Новгород, 2002 Деп. в ВИНТИ 10.01.02. №28-В 2002
2. **Беляков, В.В.** Оценка подвижности транспортно-технологических машин / В.В. Беляков, М.Е. Бушуева, Е.Ю. Гольшев // Проблемы качества и эксплуатации автотракторных средств: материалы II международной научно-технической конференции (21-23 мая 2002 г.) / ПГА-СА.– Пенза, 2002 Ч. 1 С. 23-31.
3. **Беляков, В.В.** Оценка подвижности транспортно-технологических машин / В.В. Беляков, М.Е. Бушуева, Е.Ю. Гольшев // Колесные машины: сб. тр. / МГТУ им Н.Э. Баумана. – М., 2003 С. 29-30.
4. **Беляков, В.В.** Подвижность и конкурентоспособность транспортно-технологических машин // Известия Академии инженерных наук РФ им. акад. А.М. Прохорова. Транспортно-технологические машины и комплексы / под ред. Ю.В Гуляева. – Москва – Н. Новгород: НГТУ, 2003 Т. 5 С3-25.
5. **Беляков, В.В.** Оценка подвижности транспортно-технологических систем // «АВТО-НН-2000» (27-29 июня 2000 г): материалы международной научно-технической конференции /НГТУ. – Н. Новгород, 2000 С. 339-357.
6. **Беляков, В.В.** Концепция подвижности наземных транспортно-технологических машин [Текст] / В. В. Беляков, А. М. Беляев, М. Е. Бушуева // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2013. – № 3 (100). – С. 145-174.
7. **Беляков, В.В.** Многокритериальная оптимизация в задачах подвижности, конкурентоспособности автотракторной техники и диагностики сложных технических систем: учеб. пособие /В.В. Беляков, М.Е. Бушуева, В.И. Сагунов / НГТУ. – Н. Новгород, 2001 – 271 с.
8. **Беляков, В.В.** Многокритериальная оценка подвижности автотракторной техники/ В.В.Беляков // ИНТЕРСТРОЙМЕХ-2001: тр. международной научно-технической конференции, 27-29 июня 2001 г. / СПбГТУ. – СПб., 2001 С. 95-99.
9. **Мазунова, Л.Н.** Преобразование качественных характеристик автотранспортных средств в количественные показатели с применением метода анализа иерархий / Л. Н. Мазунова, В. В. Беляков, В. С. Макаров [и др.] // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2023. – № 1(140). – С. 97-106. – DOI 10.46960/1816-210X\_2023\_1\_97. – EDN JOIWBI.
10. **Мазунова, Л.Н.** Сравнительный анализ методов многокритериальной оценки конкурентоспособности и подвижности автотракторной техники с учетом весовой значимости характеристик / Л. Н. Мазунова, В. В. Беляков, В. С. Макаров [и др.] // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2022. – № 1(136). – С. 125-136. – DOI 10.46960/1816-210X\_2022\_1\_125.
11. **Мазунова, Л.Н.** Методика вычисления интегрального показателя подвижности колесных вездеходов на основе метода многокритериальной оптимизации / Л. Н. Мазунова, В. В. Беля-

ков, Л. Н. Ерофеева [и др.] // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2022. – № 3. – С. 211-222.

12. **Мазунова, Л. Н.** Разработка методики вычисления показателя подвижности по мобильности легковых автомобилей, основанной на применении многокритериальной оптимизации / Л. Н. Мазунова, М. А. Дубкова, В. В. Беляков [и др.] // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2021. – № 2(133). – С. 102-112.

УДК 539.3, 004.942

МОРОЗОВА А.А., СЕРГИЕВСКИЙ С.А., ТРУСОВА Ю.П.

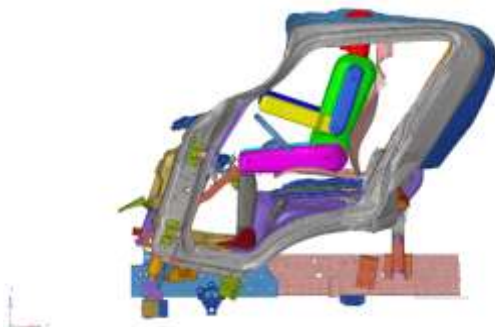
## **РАСЧЕТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ КАБИН ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При проектировании и разработке новых транспортных средств рассматривается задача снижения опасности травмирования лиц, находящихся в кабине транспортного средства в случае ДТП. Для экспорта автомобилей в страны с развитым автомобилестроением необходимо соблюдать требования Правил ООН 29 пересмотр 2 [1], которые предусматривают проверку конструкции кабины путём приложения к ней воздействия, приводящего к непоправимому повреждению испытуемого образца. Математическое моделирование является перспективным в данном направлении, так как испытания опытных образцов влекут значительные временные и денежные затраты.

Основным требованием Правил 29 является возможность размещения манекена в кабине после воздействия на нее испытательных нагрузок. В соответствии с договором с ПАО КАМАЗ проводится работа по компьютерному моделированию испытаний кабин грузовых автомобилей при помощи программного обеспечения LS-DYNA с целью проверки их соответствия требованиям. Для выполнения задачи были разработаны расчетные модели кабин. При задании механических характеристик моделей материалов использовались данные, полученные экспериментальными методами при испытании на растяжение образцов, «вырезанных» из кабины для получения более точных результатов.

Были выполнены расчеты по следующим видам испытаний: лобовой удар плоским маятником, статическое нагружение крыши, статическое нагружение задней стенки кабины, удар цилиндрическим маятником передних стоек, совместное действие бокового удара маятником под углом и статической нагрузки крыши. Наиболее опасным с точки зрения обеспечения возможности разместить манекен в кабине после приложения нагрузки оказался случай удара передних стоек крыши цилиндрическим маятником. Полученный результат, показанный на рис. 1, говорит о том, что соответствие требованиям не удовлетворяется.



**Рис. 1. Положение манекена в деформированной кабине, испытание В по правилу 29.03**

В настоящее время выполняется поиск путей повышения прочности кабины для полного удовлетворения требованиям к испытываемым образцам по следующим направлениям: доработка конструкции кабины; учет скоростей деформации при задании характеристик материалов; выполнение расчета «удар маятником кабины с манекеном», с целью выявления особо опасного случая в процессе их взаимодействия.

### ***Библиографический список***

1. ГОСТ Р 41.29-99 (Правила ЕЭК ООН N 29) Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении защиты лиц, находящихся в кабине грузового транспортного средства (с Изменением N 1): государственный стандарт Российской Федерации: дата введения 2000-07-01 / Официальное издание. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
2. LS-DYNA: Theoretical manual. Livermore Software Technology Corporation - Livermore, 2007. – 1473 p.
3. Механические испытания материалов: Учеб. пособие (лабораторный практикум) / Ю. В. Глявин, А. Г. Кипарисов, А. А. Миронов Н. Н. Михеев, А. Е. Жуков / Нижегород. гос. техн. ун-т; Нижний Новгород, 2005. - 81с.



## Подсекция 4.2

---

---

# Эксплуатация наземных транспортных средств

---

---

УДК 629.3.081.3

АБРАМОВ А.А., БЕРДНИКОВ Л.А., РОЧЕВ Л.С.

### ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ КАМЕР СГОРАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ СТАРТЕРНОГО ТОКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Дизельный двигатель представляет собой иной ДВС (двигателей внутреннего сгорания), который работает не так, как бензиновые экземпляры, а именно за счет воспламенения топливно-воздушной смеси от сжатия.

Ранее двигатели внутреннего сгорания были полностью лишены электроники в системе управления и ремонтные работы можно было производить примитивными методами. Однако научно-технический прогресс не стоял на месте и в наше время карбюраторные двигатели не производятся массово и на их место пришли двигатели с множеством блоков управления, которые отвечают за подачу топлива из ТНВД (топливный насос высокого давления), и регулируют смешение топлива с воздухом в соотношении, близком к стехиометрическому.

Участие электроники в работе двигателя значительно, что открывает простор для углубленной компьютерной диагностики во время проведения регламентных, ремонтных и планово-предупредительных работ, а также ТО-1 и ТО-2.

В плане ремонта дизельный двигатель сложнее своего бензинового аналога, так как присутствует дополнительная сложная топливная аппаратура и свечи накаливания, которые зачастую очень трудозатратно извлечь из блока двигателя. Требуется использовать метод, который даст достоверные данные о состоянии цилиндро-поршневой группы данного двигателя.

Для проведения диагностических работ потребуется специальное оборудование, в него входят: мотор-тестер с необходимым жгутом проводов, токовые клещи, зарядное устройство для АКБ автомобиля.



Рис. 1. Мотор-тестер



Рис. 2. Токовые клещи



Рис. 3. Установка для зарядки АКБ

Чтобы получить достоверные результаты во время проведения диагностической операции требуется исполнение некоторых правил:

- 1) аккумуляторная батарея должна быть заряжена полностью, в противном случае она будет создавать дополнительную нагрузку, что в свою очередь не позволит выдать максимальный ток на выводах стартера (на время проведения диагностических работ можно подключить альтернативный полностью заряженный аккумулятор);
- 2) двигатель диагностируемого автомобиля следует прогреть до рабочей температуры.
- 3) так как в дизельном двигателе отсутствуют системы принудительного воспламенения ТВС, то следует отключить подачу топлива любым из возможных вариантов. (Извлечением топливных форсунок, отключением ТНВД посредством снятия предохранительного элемента или отключением форсунок аналогичным способом)

Процесс проведения диагностической операции:

- 1) произвести синхронизацию при помощи жгутов мотор-тестера (синхронизация требуется для получения «точки отсчета» на осциллограмме). Синхронизация обычно проводится по первому цилиндру так как отсчет удобнее вести именно от него.
- 2) присоединить токовые клещи на питающий провод (+) стартера для снятия показаний самого тока, по которому и будет выноситься вердикт о состоянии цилиндро-поршневой группы двигателя.
- 3) один из жгутов следует подцепить к ДПКВ (датчик положения коленчатого вала) для отслеживания частоты вращения на осциллограмме.

После проведения подготовительных работ следует запустить мотор-тестер и если он поддерживает проведение «теста относительной компрессии» произвести диагностическую операцию, в противном случае исполнителю требуется помощник, который будет выполнять прокрутку двигателя стартером по команде диагноста.

По окончании диагностических работ будут получены результаты, представленные в виде таблицы (рис 4.) или в виде осциллограмм (рис. 5- рис. 7).

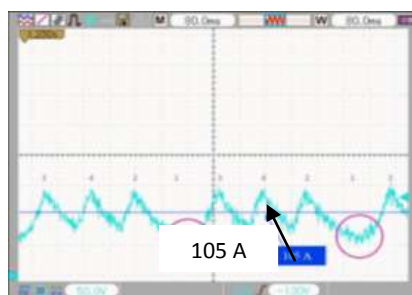
После получения результата следует изучить полученные результаты.

Цилиндр	1	2	3	4	...
Среднее максимальное значение тока, потребляемого стартером в такте "Сжатие" в цилиндре					
Относительная компрессия, % $\frac{[\text{Среднее максимальное значение тока по цилиндру}]}{[\text{Максимальное из средних максимальных значений тока по цилиндрам}]} * 100\%$					

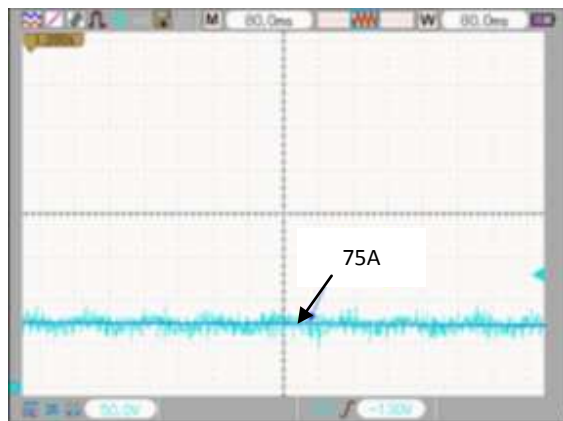
**Рис. 4. Пример таблицы после проведения диагностики**



**Рис. 5. Осциллограммы результатов диагностической операции (исправный двигатель)**



**Рис. 6. Осциллограммы результатов диагностической операции (незначительные утечки)**



**Рис. 7. Осциллограммы результатов диагностической операции (значительные утечки)**

Для анализа полученных результатов нагляднее табличное его представление, осциллограмма позволяет точнее выявить момент начала появления утечки (если таковая имеется) и сформулировать заключение, например: залежные кольца, неплотное прилегание седла клапана к тарелке и др.

### *Библиографический список*

1. **Кустиков, А.Д.** Диагностика современных автомобилей / Кузьмин Н.А. – М: Инфра-М, Высшее образование. Магистратура, 2021. – 229с.
2. **Кривцова, Т.И.** Совершенствование метода диагностирования компрессионных свойств дизельных двигателей тракторов и автомобилей сельскохозяйственного назначения по характеристикам стартерного тока: авто-реф. дисс. канд. техн. наук. – Улан-Удэ, 2011. – 20 с.
3. **Губертус, Гюнтер.** Диагностика дизельных двигателей. Серия «Автомеханик». Пер. с нем. Ю. Г. Грудского. — М.: ЗАО «КЖИ «За рулем»», 2004 г.— 176 с: ил.

УДК 656.022

ГАВРИЛОВ К.А., БЕРДНИКОВ Л.А.

## **ПРИЧИНЫ ИЗНОСА АВТОБУСНЫХ ШИН ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО ГОРОДУ, РАСЧЕТ МАРШРУТНОГО РЕСУРСА ШИН ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

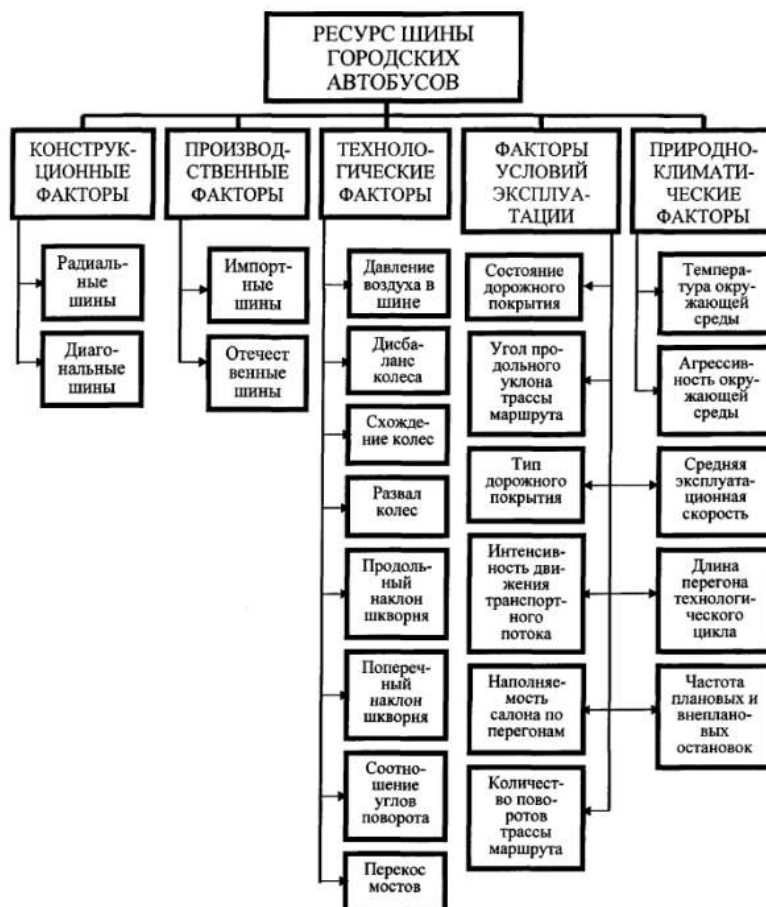
### **Факторы, влияющие на износ автобусных шин**

Работа транспортных средств на стационарных маршрутах сопровождается неоднородностью эксплуатационных факторов. В одном АТП может существовать несколько маршрутов, отличающихся различными условиями эксплуатации шин. Ресурс шины – это ее пробег до предельно-допустимого износа протектора или до возникновения какого-либо повреждения: оголения нитей корда, отрыва протектора, вздутия, пробоя, отрыва борта и т. д. На рис. 1 представлены факторы, влияющие на ресурс шины городских автобусов.

Внешним показателем правильной эксплуатации шины является равномерный износ протектора. Любые отклонения в работе шины вызывают дополнительные проскальзывания элементов протектора, его неравномерный износ.

Ухудшение дорожного покрытия сокращает ресурс шин на 25 % на гравийно-щебеночных дорогах, на 50 % на каменистых разбитых дорогах.

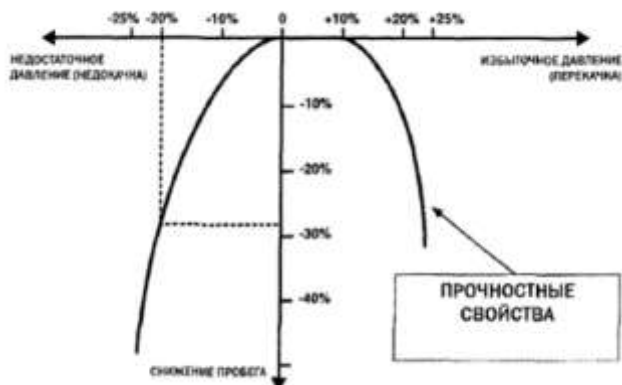
Скорость движения также влияет на темп износа. Так, при 140 км/ч он примерно в два раза выше, чем при 60 км/ч. А по мере увеличения тяговой или тормозной силы темп износа возрастает в степенной зависимости с показателем примерно 2,6.



**Рис. 1. Классификация факторов, влияющих на ресурс шин городских автобусов в эксплуатации**

Нагрузка на шину и ее ресурс также взаимосвязаны. Перегрузка шины на 10 % снижает ресурс на 20 % в основном из-за перегрева шины. При необходимости частично компенсировать это можно снижением скорости движения [1].

Наиболее важным техническим параметром, влияющим на ресурс шины, является давление воздуха (рис. 2).



**Рис. 2. Влияние отклонения давления воздуха в шине на ее ресурс**

По данным ГТУ, «основную нагрузку в шине (60-80 %) несет воздух. Снижение давления вызывает большую нагруженность боковин и деформацию. Увеличивается расход (до 15 %) топлива, возрастают усталостные напряжения в каркасе, рвутся нити (особенно металлокорда). У радиальных шин наблюдаются случаи кольцевого излома в зоне посадки шины на обод. Быстрее изнашивается протектор, в частности по краям беговой дорожки протектора (радиальные низкопрофильные шины такому виду износа подвержены в меньшей степени). На хороших дорогах эксплуатация шин в интервале» [2].

Угол схождения наибольшим образом влияет на ресурс шин, поскольку больше всего влияет на темп износа протектора (рис. 3). При избыточном положительном схождении на обеих передних шинах возникает односторонний пилообразный износ по наружным дорожкам протектора. При недостаточном схождении или расхождении колес односторонний пилообразный износ возникает по внутренним дорожкам. При этом на 0,5-1,5 % возрастает расход топлива.

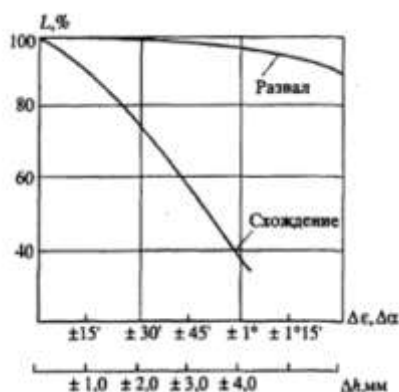


Рис. 3. Влияние углов схождения и развала на ресурс шины

Угол развала начинает сказываться на темпе износа шин при значительных отклонениях от нормы. На шине возникает гладкий односторонний износ. Угол продольного наклона шкворня колеса влияет на износ протектора в случае, если он не равен величине этого угла на другом колесе. Возникает односторонний износ одной шины. При этом на прямолинейном участке дороги автомобиль «тянет» в сторону. Соотношение углов поворотов влияет на износ передних шин в тех случаях, когда автомобиль много движется по закруглениям, например в условиях большого города или на горных дорогах. Характерным признаком отклонений по этому параметру является износ одной самой крайней дорожки, что особенно заметно у шин с дорожным рисунком протектора.

Также далее приведены графики зависимости изнашивания автобусных шин от различных эксплуатационных факторов.

#### Расчет маршрутного ресурса для шин городских автобусов

В литературных источниках [3] установлена основная группа факторов условий эксплуатации, определяющих маршрутный ресурс шин городских автобусов, такие как:

- $V_{Cj}$  – скорость сообщения на j-м маршруте, км/ч;
- $l_{nj}$  – средняя длина перегона на j-м маршруте, км;
- $\gamma_{BM}$  – коэффициент использования пассажироместности на j-м маршруте;
- $n_{nj}$  – удельное количество поворотов на j-м маршруте, шт/км;
- $\rho_j$  – средняя плотность транспортного потока на j-м маршруте, авт./100 м;

Исходные данные по факторам условий эксплуатации по ниже представленной модели, принимаются, исходя из имеющейся информации паспорта маршрута, в частности, протяженности (длины) обратного рейса, времени обратного рейса, количества технологических остановок и светофоров на маршруте, пересечений с главной дорогой, количества поворотов на маршруте и так далее.

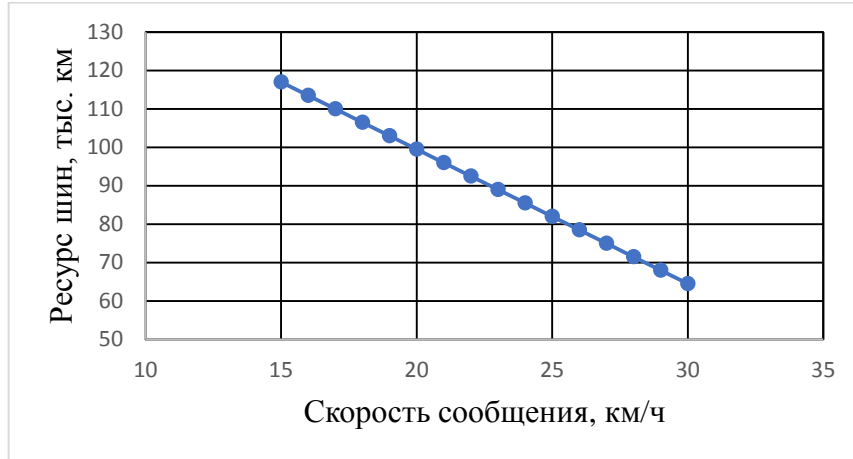
1. Скорость сообщения на  $j$ -ом маршруте определяется по формуле:

$$V_{cj} = \frac{L_j}{t_{pj} - t_{npj}},$$

где  $L_j$  – длина оборотного рейса, км;

$t_{pj}$  – время оборотного рейса, ч;

$t_{npj}$  – время простоя на конечных пунктах на  $j$ -м маршруте.



**Рис. 4. Зависимость ресурса шин от скорости сообщения**

2. Средняя длина перегона на  $j$ -ом маршруте определяется по формуле:

$$l_{nj} = \frac{L_j}{N_j},$$

где  $L_j$  – длина  $j$ -го маршрута, км;

$N_j$  – количество остановок на  $j$ -м оборотном маршруте, шт.

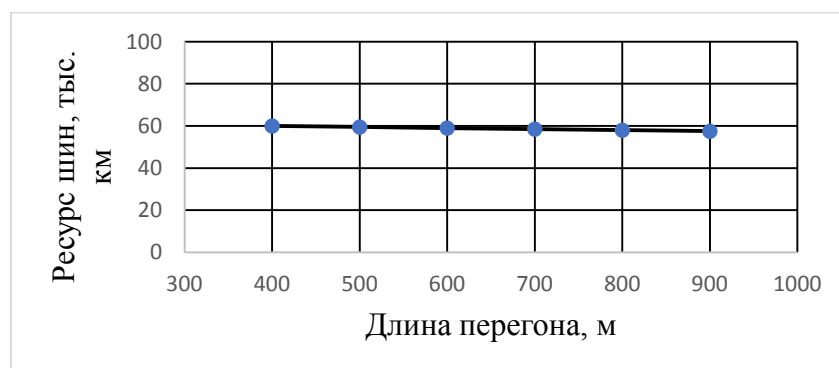
Число остановок на  $j$ -м оборотном маршруте определяется по формуле:

$$N_j = N_{toj} + 0,5 \times (N_{свj} + N_{перj}),$$

где  $N_{toj}$  – число технологических остановок, шт.;

$N_{свj}$  – число светофоров, шт.;

$N_{перj}$  – число пересечений с главной дорогой, шт.



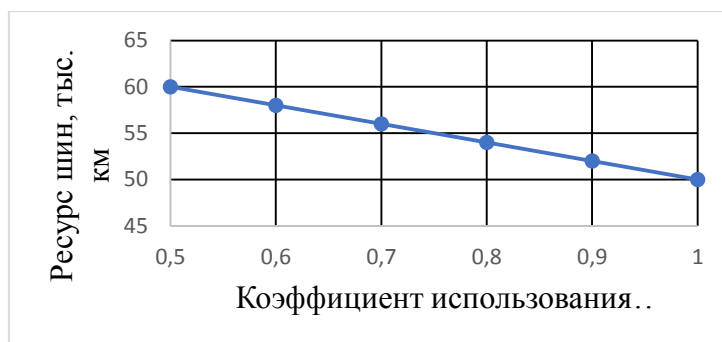
**Рис. 5. Зависимость ресурса шин от средней длины перегона на маршруте**

3. Коэффициент использования пассажироместности на  $j$ -м маршруте:

$$\gamma_{BM} = \frac{Q}{q_H \times \eta_{cm} \times Z_p}$$

Его определяют как отношение фактического объема перевозок пассажиров  $Q$  к возможному объему перевозок  $q_n$  при условии полного использования вместимости с учетом сменности пассажиров в автобусе  $\eta_{см}$  и количества рейсов  $Z_p$ .

Для первой граничной точки норматива маршрутного ресурса шин городских автобусов значение коэффициента использования пассажироместности принимается равным 0,5. Для второй граничной точки норматива маршрутного ресурса шин городских автобусов значение коэффициента использования пассажироместности принимается равным 1,0.

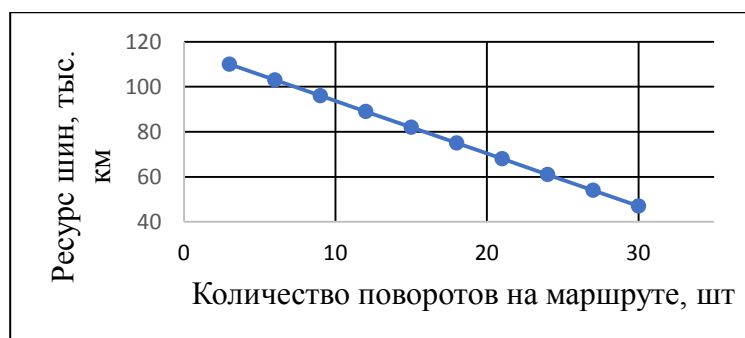


**Рис.6. Зависимость ресурса шин от коэффициента использования пассажироместности**

4. Удельное число поворотов на  $j$ -м оборотном маршруте определяется по формуле:

$$n_{nj} = \frac{N_{nj}}{L_j}$$

где  $N_{nj}$  – число поворотов на  $j$ -м оборотном маршруте движения, шт.



**Рис.7. Зависимость ресурса шин от количества поворотов на маршрут**

Для определения среднего значения плотности транспортного потока требуется обследование каждого маршрута, закрепленной за парком транспортной сети в «пиковый» и «межпиковые» периоды.

5. Средняя плотность транспортного потока на маршруте в пиковый или межпиковый периоды определяется исходя из выражения:

$$\rho_{срj}^{n,мп} = \frac{\left( \sum_{i=1}^1 \frac{\rho_{ij}}{n_j} \right)}{l_{обр.j}}$$

где  $\rho_{ij}$  – плотность транспортного потока на  $i$ -м-перегоне  $j$ -го оборотного маршрута, авт./100 м;

$n_j$  – количество перегонов на  $j$ -ом оборотном маршруте, ед;

$l_{обр.j}$  – длина оборотного рейса  $j$ -го маршрута, км.

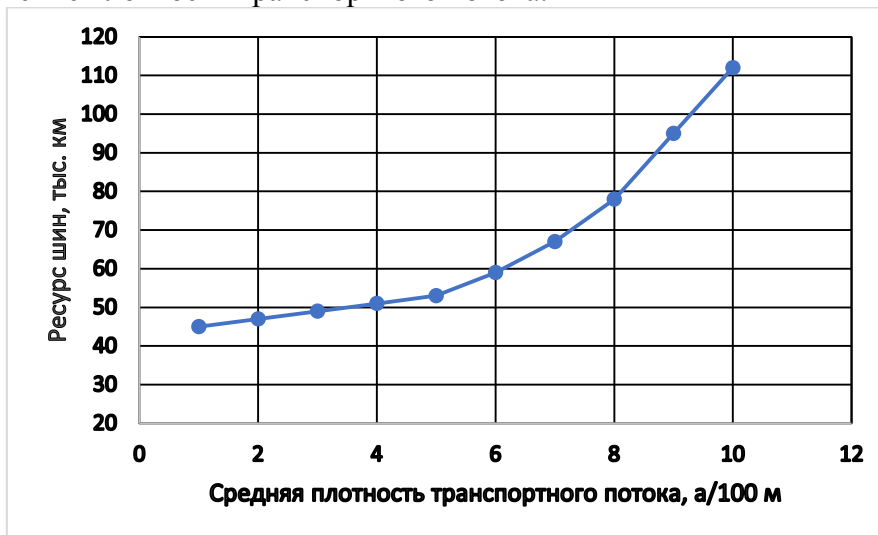
Средняя плотность транспортного потока на  $j$ -ом маршруте определяется по формуле:

$$\rho_{срj} = \frac{(\rho_j^n + \rho_j^{мп})}{2} ,$$

где  $\rho_j^n$  – средняя плотность транспортного потока в «пиковый» период j-го оборотного маршрута, авт./100 м;

$\rho_j^{мп}$  – средняя плотность транспортного потока в «межпиковый» период j-го оборотного маршрута, авт./100 м.

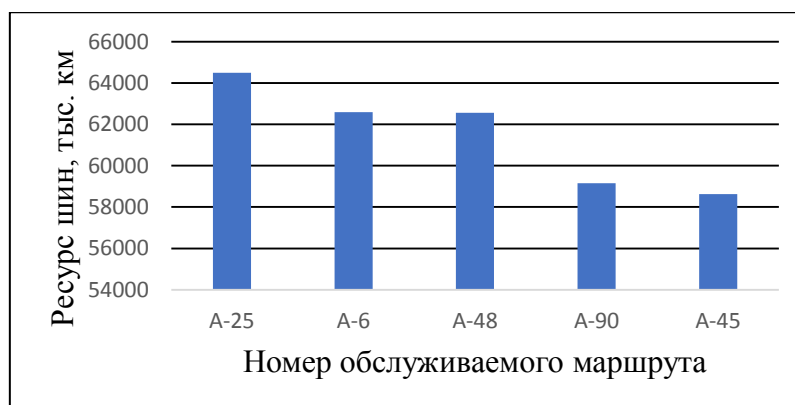
Для первой граничной точки норматива маршрутного ресурса шин городских автобусов принимается среднее значение плотности транспортного потока. Для второй граничной точки норматива маршрутного ресурса шин городских автобусов принимается максимальное «пиковое» значение плотности транспортного потока.



**Рис. 8. Зависимость ресурса шин от средней плотности транспортного потока**

Учитывая все приведенные факторы условий эксплуатации для нормирования маршрутного ресурса шин 11/70R-22,5 городских автобусов МАЗ-101, 103, 104, ЛиАЗ-5256, ЛиАЗ-5292, целесообразно использовать специальную модель следующего вида:

$$P_j = 68917 + 534,8 \times V_{сj} + 1683,8 \times l_{nj} - 15636,7 \times \gamma_j + 354,9 \times n_{nj} - 1764 \times \rho_j.$$



**Рис. 9. Зависимость ресурса шин от городского маршрута**

### *Библиографический список*

1. **Болдин А.П.**, Максимов В.А. Основы научных исследований и УНИРС: Учебное пособие. Часть 2. Специальные методы и методологические подходы. -М.:МАДИ (ГТУ), 2004. -181 с.
2. **Воронов В.П.** Управление качеством технических обслуживании и ремонтов автомобилей на автотранспортных предприятиях. - М.: МАДИ, 1989-53 с.



3. **Захаров Н.С.** Корректирование нормативного ресурса шин с учетом условий эксплуатации (на примере шин автомобилей-такси и маршрутных автобусов): Дисс... канд. техн. наук/МАДИ. - М.,1989. -222с.

УДК 620.169.1

ГОНЧАРОВА Д.А.

### **ВЫБОР МАТЕРИАЛА ЛИСТОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЯ ПО КРИВЫМ ПРОГИБА ОБРАЗЦОВ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Эксплуатация автомобиля сопровождается воздействием циклических нагрузок на конструкционные материалы, приводящие к их деструкции вплоть до полного разрушения. Эти разрушения приводят к финансовым потерям, а порой и к человеческим жертвам. Поэтому повышение надежности и сохранение работоспособности является актуальной задачей современной науки.

Обеспечение работоспособности деталей и узлов автомобилей является актуальной задачей современного автомобилестроения. Одним из важных факторов, влияющих на работоспособность детали, является усталостная прочность материалов. Испытания на усталость должны быть максимально приближенные к условиям эксплуатации материалов. Основываясь на анализе достоинств и недостатков существующих методик усталостных испытаний, предложена методика проведения усталостных испытаний листовых автомобильных материалов. Испытания позволяют на стадии технической эксплуатации автомобилей предотвратить разрушение элементов конструкции под действием циклических нагрузок и, как следствие повысить безопасность эксплуатации автомобиля, снизить затраты на ремонт. Выбранная методика позволяет определить пределы выносливости исследуемого материала, построить кривые прогиба в процессе циклического нагружения, определить период зарождения усталостных трещин и скорость их роста.

С точки зрения ремонтпригодности автомобиля при выборе конструкционных материалов на стадии его проектирования предпочтение следует отдавать тем материалам, у которых в процессе эксплуатации большую часть «жизни» будет составлять период подрастания усталостной трещины, т.е. материалу, у которого скорость роста усталостной трещины будет ниже. Это увеличивает вероятность обнаружения повреждения на стадии очередного технического обслуживания и, следовательно, снижает вероятность аварийных ситуаций в процессе эксплуатации автомобиля за счет соблюдения сроков диагностирования и последующего восстановления.

УДК 691.57

ДУХОВСКОЙ А.М., АБРАМОВ А. А

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЛКП АВТОМОБИЛЯ И УМЕНЬШЕНИЕ ЗАТРАТ ВРЕМЕНИ НА ПРОВЕДЕНИЕ ОБСЛУЖИВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Владельцам АТП важно сохранять лакокрасочное покрытие своего подвижного состава в идеальном состоянии в любое время года, так как операция полного восстановления лкп автомобиля обходится очень дорого, когда автомобили эксплуатируются каждый день. Ско-

лы, царапины, а впоследствии и «рыжики» – всё это портит внешний вид автомобиля, поэтому, чтобы автомобиль не терял свой первозданный вид, за ним нужно ухаживать и защищать от агрессивной внешней среды.

В этой статье будут рассмотрены и выделены основные преимущества и недостатки восковых защитных покрытий, а также экономический эффект при их использовании.

### **Преимущества и типы**

Автомобильный воск - один из самых известных и распространённых способов защиты своего транспортного средства от агрессивной окружающей среды, а также придания ему вида «как с обложки». Но не внешними особенностями ценен данный способ, а его защитными свойствами:

- 1) защита металлических элементов от коррозии;
- 2) защищает поверхность от сколов, царапин и других механических воздействий;
- 3) формирует на поверхности кузова пленку, которая предохраняет поверхность от воздействия влаги, мелких камней и других факторов окружающей среды;
- 4) продление жизни лака и краски, покрывающих автомобиль.

На текущий день на рынке представлены три типа воска.

1. «Холодные» [2][3]. Это, как правило, жидкость, которая содержит большое количество поверхностно-активных веществ и эмульсионного воска. При нанесении она, жидкость, заполняет микротрещины, царапины и неровности, создавая защитный слой и придавая блеск покрытию.

2. «Горячий воск» [2][3][5] (Карнаубский воск). Представляет собой жироподобное вещество, могущее быть как искусственным, так и натуральным. Температура его плавления составляет от 40~90°C. В его состав обычно входит так называемый «карнаубский воск», имеющий полную прозрачность, высокую температуру плавления и высокую износостойкость.

3. «Пенные» [2][3][5]. Практически обладает аналогичными свойствами, как и горячие, но для их нанесения требуется особое оборудование в связи с тем, что в смесь воды воскового состава подаётся воздух для создания пенной эмульсии, чтобы покрытие лучше удерживалось на автомобиле при нанесении и более равномерно распределялось.

Данные типы восков можно встретить в двух разновидностях.

1. спрей-воск – отличный выбор, если надо получить хороший эффект в очень хорошие сроки. Отлично подходит в качестве дополнительного слоя для нанесения поверх другого воскового покрытия или герметика;

2. твердый воск (в пасте) – довольно популярный вариант среди автолюбителей, так как представлены в трёх разновидностях: натуральные, синтетические и гибридные. Обладают высокой прочностью и устойчивостью к воздействию окружающей среды;

Воски по составу бывают:

1. синтетический [1][2][3] – достижение современных полимерных технологий. Они работают, плотно связывая полимерные частицы с автомобильной краской, что в результате обеспечивает высокий уровень защиты и устойчивости к факторам окружающей среды. Правда свойства воска от производителя к производителю будут отличаться – некоторые лучше отталкивают влагу, другие пыль, а третьи отлично заполняют мелкие царапины;

2. натуральные [1][2][3] основаны на натуральном карнаубском воске, который получают из листьев бразильской пальмы и пчелиного воска. Имеет высокие показатели прочности и высокий уровень блеска. Идеально подходит для весны и лета;

3. гибридные [1][2][3] сочетают в себе лучшие качества синтетических и карнаубских смесей. Как результат увеличенный срок службы и высокий уровень защиты лака. Подходят для холодных времён года, как и синтетические.

Для холодного времени года рекомендуется наносить синтетический воск, так как именно он обладает максимальной степенью защиты лакокрасочного покрытия и кузова автомобиля в холодных условиях, что в принципе, нас интересует больше, так как Россия от-

личаются своими продолжительными зимами и разрушительными реагентами на дорогах в этот период.

#### Расчёт экономического эффекта от использования воскового покрытия

Исходя из цен на торговой площадке Ozon, средняя стоимость 100 мл (грамм) вещества равна 905 руб. Для примера мы возьмём автомобиль Ford Transit, на покрытие его воском мы затрачиваем 20 гр. вещества. Отсюда следует, что 100 гр. вещества мы можем распределить на 5 таких автомобилей.

$$S = 905 \text{ руб} * \frac{60 \text{ авт}}{5 \text{ авт}} = 905 * 12 = 10860 \text{ руб.}$$

Именно такого количества денежных средств потребуется для покрытия 60 автомобилей Ford Transit без учёта затрат на проведение работ.

Воск в отличие от защитных плёнок имеет свойство смываться со временем, а учитывая, что автомобиль должен ежедневно проходить через мойку, защитное покрытие будет смываться в 2~2,5 раз быстрее, чем на личном автомобиле. По информации от производителей и пользователей, синтетические восковые покрытия могут держаться до шести месяцев. Следовательно, для расчёта мы возьмём максимальный срок  $t_{\text{усл}} = 6$  месяцев.

Выходит, что:

$$t_{\text{прак}} = \frac{6 \text{ мес}}{2} = 3 \text{ мес.}$$

Получается, что покрытие надо обновлять раз в 2.5 месяца, для обеспечения максимальной защиты лкп автомобиля. Если обрабатывать автомобили каждые 2.5 месяца, то в год это выходит:

$$\frac{12 \text{ мес}}{3 \text{ мес}} = 4 \text{ раз.}$$

Для чётности счёта, допустимо округлить количество обслуживания до 5 раз в год. Отсюда выходит, что для покрытия 60 автомобилей и дальнейшего их обслуживания требуется:

$$Q = 4 * 10860 \text{ руб} = 43440 \text{ руб. в год.}$$

Покрытые воском автомобили легче содержать в чистоте, так как воск имеет отличные грязеотталкивающие свойства. Исходя из личного опыта, на автомобиль, покрытый воском, затрачивается на 20~30 % меньше времени, чем на автомобиль без него, что сокращает денежные затраты на ежедневное обслуживание автомобилей (затраты на воду и электричество), а также уменьшение норма-часы на операцию по мойке.

Из проверенных источников известно, что на автомобиль Ford Transit затрачивается 20 мин. времени для того, чтобы сбить грязь и помыть автомобиль внешне. Из 15 мин. 3 мин. уходит на нанесение мыльной суспензии. Следовательно, 12 мин. мы используем холодную воду, которая для предприятий за 1 куб стоит 25.49 руб. Расход воды на помывку одной машины составляет 500-600 литров воды (возьмём, условно 550 литров). Отсюда следует:

$$V = \frac{550}{1000} = 0.55 \text{ м}^3 \text{ — на мойку одного автомобиля.}$$

$$V_{60} = \frac{550}{1000} * 60 = 33 \text{ м}^3 \text{ — на мойку 60 автомобилей.}$$

33 м<sup>3</sup> в сутки, что выливается в:

$$Q = 33 * 305 \text{ дней} * 25,49 \text{ руб} = 990 * 25,49 = 246491,85 \text{ руб. в год.}$$

Временные же затраты выходят в 900 мин. (15 ч.) в день, условно, или 4575 ч. в год. Напротив, если для защиты лкп будет использоваться воск, то затраты на коммунальные услуги и на время обслуживания автомобиля уменьшаться, так как грязь с воскового покрытия смывается легче. 25% от 12 мин. (не учитывая нанесение мыла) это 9 мин. Итого выходит, что 9 мин. на сбивание грязи/смывания мыла и 3 на нанесение мыла, отсюда выходит 720 мин. в день (12 ч.) или 3660 ч. в год.

Так как время, затрачиваемое на мойку одного автомобиля, меньше на 25%, то и количество затрачиваемой воды на совершение операции также уменьшается.

$$V = \frac{550 * 0,80}{1000} = 0.44 \text{ м}^3 \text{ — на мойку одного автомобиля.}$$

$$V_{60} = \frac{550 \cdot 0,80}{1000} * 60 = 26,4 \text{ м}^3 \text{ – на мойку 60 автомобилей.}$$

26,4 м<sup>3</sup> в сутки, что выливается в:

$$Q = 26,4 * 305 \text{ дней} * 25,49 \text{ руб} = 990 * 25,49 = 197193,48 \text{ руб в год}$$

Разница в 915 час., может быть потрачена на ТО и Р. Из сэкономленные 49 298,37 руб. в год мы вычитаем затраты на покупку воска:

$Y = 49298,37 - 43440 = 5858,37 \text{ руб.}$  – экономический эффект от использования воскового покрытия.

Получается, что при использовании воска мы экономим не только время, но и деньги, которые можно использовать на развитие нашего предприятия.

Также хотелось бы отметить, что на покраску одной детали автомобиля любого размера без учета затрат на предварительную мойку, по городу Нижний Новгород, цена варьируется от 3 500 руб. до 19000 руб. Для полной покраски автомобиля ценник по городу составляет от 90 000 рублей.

Для полной перекраски одного автомобиля мы затратим 90 000 рублей. Для полной перекраски 60 автомобилей выходит:  
90000 руб \* 60 авто = 5 400 000 руб.

Стоит отметить, что полная перекраска автомобиля происходит только в том случае, если лкп автомобиля повреждено настолько, что оно неспособно обеспечивать полную защиту кузова автомобиля. Использование восковых защитных покрытий способствует увеличению продолжительности жизни лакокрасочного покрытия и сохранению первоначального вида автомобиля.

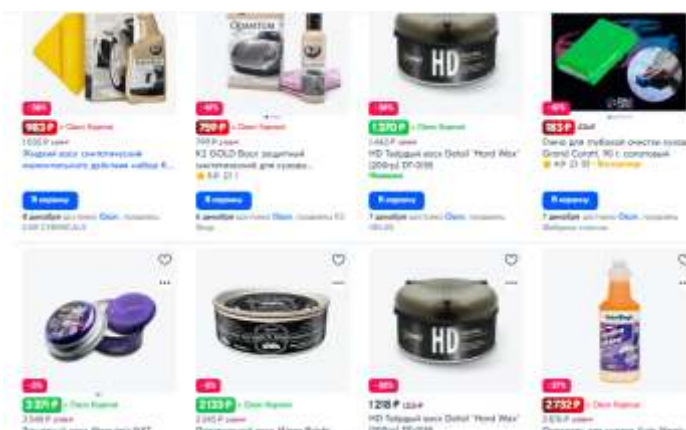


Рис.1. Цена воска на рынке (от 01.12.2022, 0:08)

### Библиографический список

1. Uwe Wolfmeier, Hans Schmidt, Franz-Leo Heinrichs, Georg Michalczyk, Wolfgang Payer, Wolfram Dietsche, Klaus Boehlke, Gerd Hohner, Josef Wildgruber «Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry»; 15.06.2000
2. Решение КТС от 28.05.2010 № 299 "О применении санитарных мер в Таможенном союзе", ТНВЭД 3405300000;
3. Пояснения к группе ТН ВЭД 34 - Мыло, поверхностно-активные органические вещества, моющие средства, смазочные материалы, искусственные и готовые воски, составы для чистки или полировки, свечи и аналогичные изделия, пасты для лепки, пластилин, зубо-врачебный воск" и зубо-врачебные составы" [Онлайн-справочник];
4. ТУ 20.41.42-007-15215700-2017 «ТУ на жидкий воск»;
5. ГОСТ Р 51696-2000 «Товары бытовой химии», 01.01.2002;
6. Торговая площадка OZON. [Электронный источник] (<https://www.ozon.ru/category/sinteticheskiy-vosk/>);
7. Покраска автомобильного кузова «ВостокАвто». [Электронный источник] (<https://kuzov-152.ru/pokraska-avtomobilya/>);

8. Покраска автомобильного кузова «АГАТ группа». [Электронный источник] (<https://agat-group.com/service/kuzovnoj-remont/okraska-kuzova/>);
9. Журнал «Кузов»; Статья: «Три фазы до блеска: самостоятельно обрабатываем авто воском». [Электронный источник] (<https://kuzov-media.ru/articles/deteyling/tri-fazy-do-bleska-samostoyatelno-obrabatyvaem-avto-voskom/>); 24.04.2021 г;
10. Роман Акользин; Журнал «Кузов»; Статья: «Восковой парад» [Электронный источник] (<https://kuzov-media.ru/articles/deteyling/Voskovoyeparad/>); 13.04.2017 г;
11. Роман Акользин; Журнал «Кузов»; Статья: «Что такое восковой пирог». [Электронный источник] (<https://kuzov-media.ru/articles/deteyling/Voskovyepirogi/>); 18.05.2015 г;

УДК 351

ЖДЫРЕВА А.В., ЗДОБНИКОВА П.А., КОЗИНОВ Д. Ю.

### **СРАВНЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ПРОИЗВЕДЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОСМОТРОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Нижегородский государственный технический университет им Р. Е. Алексеева

Технический осмотр транспортных средств проходит на пунктах технического осмотра. С 1 января 2012 года транспортное средство может проходить осмотр в любом регионе и на любом пункте ТО. Регион может не совпадать с местом жительства владельца машины или местом регистрации транспортного средства.

*Таблица 1*

**Количество проведенных технических осмотров за 2018 г.**

Наименование региона	Наименование административно-территориальной единицы	Категория	Количество (шт.)
Нижегородская область	г. Н. Новгород	L	1560
Нижегородская область	г. Н. Новгород	M1	25489
Нижегородская область	г. Н. Новгород	M2	3172
Нижегородская область	г. Н. Новгород	M3	5474
Нижегородская область	г. Н. Новгород	N1	9478
Нижегородская область	г. Н. Новгород	N2	6991
Нижегородская область	г. Н. Новгород	N3	10552
Нижегородская область	г. Н. Новгород	O1	22
Нижегородская область	г. Н. Новгород	O2	31
Нижегородская область	г. Н. Новгород	O3	132
Нижегородская область	г. Н. Новгород	O4	2553

Пункт технического осмотра – это совокупность сооружений и средств технического диагностирования (в том числе средств измерения), необходимых для проведения технического осмотра транспортных средств оператором технического осмотра и находящихся по одному адресу.

В целях реализации указанных рекомендаций Госавтоинспекцией опубликованы статистические сведения о количестве проведенных технических осмотров в разрезе субъектов Российской Федерации и категорий транспортных средств. Был произведен анализ по сведениям ГИБДД РФ по Нижегородской области за 2022 и 2018 года.

**Таблица 2**  
**Количество проведенных технических осмотров за 2022 г.**

<b>Наименование региона</b>	<b>Наименование административно-территориальной единицы</b>	<b>Категория</b>	<b>Количество (шт.)</b>
Нижегородская область	г. Н. Новгород	L	95
Нижегородская область	г. Н. Новгород	M1	27790
Нижегородская область	г. Н. Новгород	M2	1357
Нижегородская область	г. Н. Новгород	M3	4425
Нижегородская область	г. Н. Новгород	N1	9572
Нижегородская область	г. Н. Новгород	N2	6002
Нижегородская область	г. Н. Новгород	N3	8975
Нижегородская область	г. Н. Новгород	O1	19
Нижегородская область	г. Н. Новгород	O2	47
Нижегородская область	г. Н. Новгород	O3	113
Нижегородская область	г. Н. Новгород	O4	2633

Анализируя данные (табл. 1 и 2), можно сделать вывод о том, что среди транспортных средств, относящихся к категории М1, прирост количества технических осмотров в 2022 году по Нижегородской области, составил 8,28% по сравнению с 2018 годом. Среди категории N1 прирост составил 6,76%. А среди категории O1 –13,63%.

#### ***Библиографический список***

1. Госавтоинспекция <http://stat.gibdd.ru/>
2. Главное Управление Мвд России по Нижегородской области – Количество технических осмотров - <https://52.мвд.рф/news/dtp/2/>

**ЭКСПРЕСС – ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА  
АВТОМОБИЛЬНОГО БЕНЗИНА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В условиях социально-экономических преобразований значимость автомобильного транспорта в транспортной системе страны постоянно возрастает. Быстрыми темпами растет его вклад в обеспечение мобильности населения. Естественно, говоря о транспорте любого вида, невозможно умолчать о бензинах. Бензины низкого качества разрушающе действуют не только на ходовую и топливную систему двигателя внутреннего сгорания, но и являются причиной появления загрязнителей первого порядка. Актуальность данного исследования заключается в том, что в настоящее время должен осуществляться особый контроль качества бензина, так как от качества используемого бензина зависит работа автомобилей.

Октановое число — показатель, который характеризует детонационную стойкость топлива, применяемого в двигателях внутреннего сгорания с внешним смесеобразованием (обычно бензина, не используется при характеристике дизельного топлива и авиационного керосина). Бензин с более высоким октановым числом может выдержать более высокую степень сжатия в цилиндрах двигателя без досрочного самовоспламенения (стука в двигателе, «детонации») и потому может применяться в двигателях с большей удельной мощностью и коэффициентом полезного действия.

Практическая значимость исследования: результаты работы могут иметь социальную значимость. Руководители автотранспортных предприятий (далее – АТП) смогут выбрать автозаправочную станцию (далее – АЗС) для того, чтобы заправлять автомобили без угрозы поломки двигателя и выхода из строя других запасных частей в процессе эксплуатации транспорта.

**«Определение октанового числа бензинов»**

Провели определение октанового числа бензинов при помощи прибора Октанометр SHATOX SX-100K (рис. 1). Прибор «Октанометр» предназначен для экспресс определения октановых и цетановых чисел топлив в полевых и лабораторных условиях. Октанометр собран в компактном, прочном, бензостойком корпусе, оснащен матричным жидкокристаллическим дисплеем, на котором одновременно отображаются значения октанового числа исследуемого бензина по исследовательскому и моторному методам, а также температура образца. Конструкция прибора и алгоритм измерения обеспечивают высокую помехозащищенность и, как следствие, стабильность результатов. Возможна настройка прибора на измерение параметров нестандартных видов топлива, например, газоконденсатного или прямогонного бензинов. Время определения марки бензина не превышает 5 с. Весь процесс измерения автоматизирован, достаточно заполнить датчик, включить прибор и записать результат в память, отображаемый на индикаторе. Октанометр прост в эксплуатации, не требует дополнительной настройки и ухода. Прибор питается от четырех элементов типа АА. Благодаря низковольтному питанию он удовлетворяет всем требованиям безопасности. Прибор превосходит по своим возможностям лучшие зарубежные образцы, поскольку позволяет анализировать бензины с любыми присадками.

Образцы бензинов приобретены на трех различных АЗС города Нижнего Новгорода, где необходимое количество бензина марки АИ-95 собрали в емкости. Экспериментальные исследования проводились в лаборатории кафедры «Автомобильный транспорт» НГТУ им. Р.Е. Алексеева».

Результаты исследований оформили в табличном виде и на основе этих данных представлены графические диаграммы (рис. 2.), на которых изображены показатели октановых чисел бензинов марки АИ-95 с АЗС города Нижнего Новгорода.



**Рис. 1. Октанометр SHATOX SX-100K**

Результаты замера образца занесли в табл. 1.

**Таблица 1**

**Результаты замера образца нефтепродукта**

№ п/п	Марка исследуемого топлива	Плотность $\rho^t$ , кг/м <sup>3</sup>	Температура образца (бензина, дизельного топлива) $t$ , °С	Октановое число	Цетановое число
1 G	Газпром G Drive 95	742	17	98,5	-
2	Лукойл Экто 95	736	17	99	-
3	Татнефть 95	737	18	96	-



**Рис.2. Результаты замеров октанового числа бензина АИ-95**

### Вывод

В результате проведения исследования выявлено, что все образцы бензина соответствуют техническим характеристикам, заявленным в паспорте моторного топлива.



Лидером бензинов оказался Лукойл Экто 95 с плотностью 736 кг/м<sup>3</sup> и октановым числом, равном 99.

Важно заметить, что текущий эксперимент был проведен в рамках сравнительной работы, также прибор октанометр допускает погрешности в измерениях, он позволяет примерно и в короткий срок времени определить октановое число бензина.

Исходя из результатов исследования, для заправки автомобилей руководителю АТП предпочтительно выбирать бензин Лукойл Экто 95.

### ***Библиографический список***

1. **Кузьмин, Н.А.** Теоретические основы обеспечения работоспособности автомобилей: учеб. пособие /Н.А. Кузьмин. – М.: Форум; ИНФРА-М, 2014. – 272 с.
2. **Кузьмин, Н.А.** Теория эксплуатационных свойств автомобилей: учеб. пособие/ Н.А. Кузьмин, В.И. Песков. – М.: Форум; ИНФРА-М, 2013. – 256 с.

УДК 343

ЗДОБНИКОВА П.А., ЖДЫРЕВА А.В., КОЗИНОВ Д. Ю.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ САМОГО АВАРИЙНОГО РАЙОНА НИЖНЕГО НОВГОРОДА НА ОСНОВЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДТП**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

1,6 млн транспортных средств насчитывалось в Нижегородской области в 2022 году, около 1,4 млн из которых – легковые автомобили вместимостью от 2 до 8 человек массой до 3,5 тонн.

За прошлый год в Нижнем Новгороде произошло 1687 ДТП, в результате которых погибли 33 человека.

Аварийно-опасный участок дороги (место концентрации дорожно-транспортных происшествий) — участок дороги, улицы в населенном пункте, не превышающий 200 метров, либо пересечение дорог, улиц, где в течение отчетного года произошло три и более дорожно-транспортных происшествия одного вида или пять и более дорожно-транспортных происшествий независимо от их вида, в результате которых погибли или были ранены люди (Федеральный закон от 10.12.1995 №196 ФЗ (ред. от 08.12.2020) «О безопасности дорожного движения»).

В 2022 году в Нижнем Новгороде выявлено 63 места концентрации ДТП, все они обозначены на карте города.



**Рис.1. Карта аварийности**

В 2022 году в Автозаводском районе Нижнего Новгорода произошло 331 ДТП, которое унесло жизни четырех человек. Далее следует Нижегородский район — 255 аварий и четыре смерти. На третьем месте — Советский район с 221 ДТП и гибелью двух людей.

В Канавинском районе Нижнего Новгорода случилось 217 аварий, погибли два человека, в Сормовском — 193 и пять соответственно. В Ленинском районе произошло 182 аварии, которые унесли жизни пяти человек.

Последние места в рейтинге самых аварийных районов Нижнего Новгорода заняли Приокский (160 ДТП, погибли шесть человек) и Московский (129 ДТП, погибли пять человек).

Наиболее частыми причинами аварий в 2022 году стали: несоответствие скорости погодным условиям, нарушение правил проезда пешеходного перехода, выезд на полосу встречного движения и неправильный выбор дистанции.

УДК 620.164.1

ИВАНОВ Д.В., КАЛИНИН Е.Д., КОРЧАЖКИН М.Г., АРХИПОВ А.Н.

## **МЕТОДИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПРОВЕРКИ КАЧЕСТВА СОЕДИНЕНИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ СВАРОК**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Кузов автомобиля являются сложным конструкторским элементом. Он должен обеспечивать безопасность как водителя, так и пассажиров.

При эксплуатации автомобиля может возникнуть потребность в кузовном ремонте элементов кузова. В результате чего, необходимо качественно отремонтировать элемент, потерявший свою работоспособность для дальнейшей его эксплуатации в автомобиле. Одним из видов кузовного ремонта является сварка кузовных элементов. Сложность сваривания кузовных элементов состоит в малой толщине кузовного металла. При сварке тонких листов может произойти тепловая деформация, прожигание и искривление металла. Особенно сложным является процесс сваривания лонжеронных конструкций. У больших автомобилей лонжерон выступает в роли главного «силового» элемента корпуса. Конструкция лонжерона должна при минимальном весе, обеспечивать требуемую жесткость и пассивную безопасность за счет поглощения энергии соударения. Лонжерон также имеет следующие особенности:

- на некоторых участках лонжерон может изменяться по толщине или ширине сечения;
- лонжерон имеет отверстия в зоне с минимальными статическими нагрузками;
- специальные складки в конструкции при очень сильном ударе во время ДТП обеспечивают смятие лонжерона и сохранение кузова.

В силу данных особенностей нарушение технологии сварки влияет на качество и прочность свариваемых изделий, и как следствие, на дальнейшую эксплуатацию сварных элементов кузова. В результате необходимо определять качество свариваемых деталей элементов кузова автомобиля.

Целью работы является разработка методов определения прочности сварных соединений, выполненных разными видами сварок с помощью лабораторных испытаний.

Качество сварных элементов может быть проверено разрушающим контролем сварных соединений. Один из методов разрушающего контроля – испытания на срез (разрыв), отрыв и ударную вязкость.

Испытания проводятся на разрывных машинах с фиксацией прикладываемого усилия.

В соответствии с ГОСТ 6996-66 [1] сварные соединения, которые выполнены точечной сваркой и электрозаклепками, должны быть испытаны на срез на специальных разрывных машинах путем растяжения образца, как показано на рис. 1. В табл. 1 приведены размеры образцов для испытания. При испытании электрозаклепок ширина образца должна быть равна 50 мм. При испытании определяют разрушающую нагрузку на тонну в ньютонах (килограммах). После испытания необходимо сравнить полученные значения с эталонными, которые указаны в ОСТ 92-1114-80 [2].

По полученным результатам, ссылаясь на указанные документы, можно сделать выводы о качестве сварки при ремонте поврежденных кузовных элементов. Кроме этого, данные испытания позволят выбрать оптимальный вид сварки.

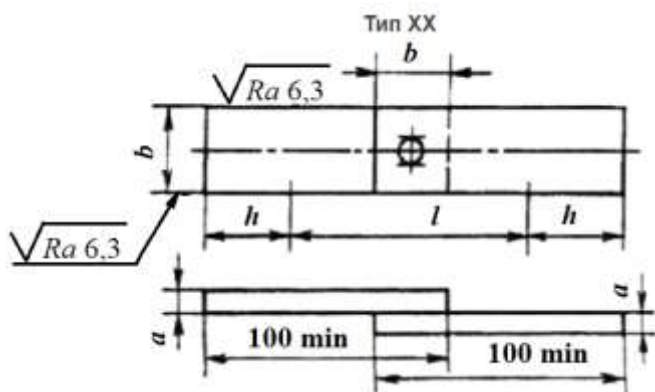


Рис. 1. Образец испытания на срез

Таблица 1  
Размеры образцов

Толщина основного металла $a$ , мм	Ширина образца $b$ , мм, не менее
До 1	20
1...2	25
2...3	30
3...4	35
4...5	40
Более 5	45

В соответствии с пунктом 3.6 ГОСТ 6996-66 [1], методика определения размеров образцов, требования, предъявляемые к оборудованию для испытаний, условия проведения испытаний и подсчет результатов должны соответствовать ГОСТ 1497-84 [3].

В соответствии с ГОСТ 1497-84 [3] испытание образцов на растяжение проводится в разрывной машине.

Для определения геометрических размеров необходимы следующие инструменты: стальная измерительная линейка длиной 500 мм; штангенциркуль, весы.

Порядок проведения испытаний, следующий:

- определяются размеры образца;
- испытуемое изделие закрепляется в захватах разрывной машины;
- производится постепенное нагружение образца;
- фиксируются моменты, когда без изменения положения регулятора скорости нагрузка перестанет расти. Записывается соответствующая нагрузка  $P_t$ , соответствующую физическому пределу текучести стали;
- нагружение продолжается до разрыва образца. Необходимо зафиксировать максимальную нагрузку  $P_b$ .

По описанной методике проведены натурные испытания в лаборатории НГТУ им. Р.Е. Алексева.

Для проведения лабораторных испытаний были подготовлены образцы для испытания на срез в соответствии с ГОСТ 6996-66 [1], которые показаны на рис. 2. Образцы были вырезаны из стали марки 08 «ГОСТ 1050-88. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия» [5].



**Рис. 2. Образцы для лабораторных испытаний**

Образцы испытывались в разрывной машине, крепление осуществлялось с помощью специальных приспособлений, показанных на рис. 3.



**Рис. 3. Приспособление для крепления образцов**

По проведенным лабораторным испытаниям все испытываемые образцы были разрушены (рис. 4) и показаны соответствующие результаты.



**Рис. 4. Разрушенные образцы**

Результаты лабораторных стендовых испытаний приведены в табл. 2. Результаты представлены в виде максимального нагружения, которое выдержала сварочная точка.

Таблица 2

## Результаты лабораторных испытаний на прочность сварной точки

Способ сварки	Электроконтактная	Полуавтоматическая в среде CO <sub>2</sub> (электрозаклепка)
	Усилие разрыва, Н	
Образец №1	3713,528	
Образец №2	3645,21	
Образец №3		3981,917
Образец №4		3781,845

Диаграммы растяжения, полученные при растяжении образцов, представлены на рисунках 5-8.

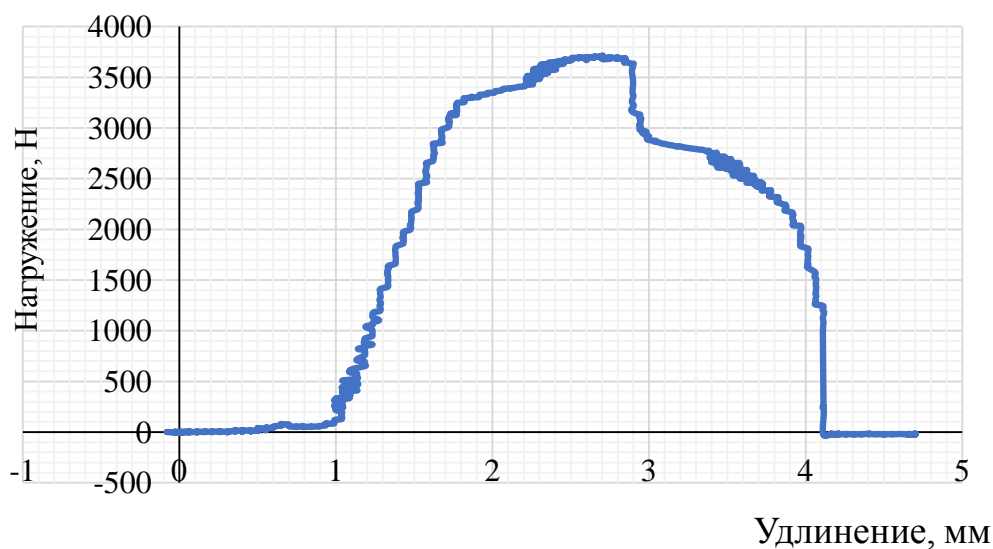


Рис. 5. Диаграмма растяжения образца №1

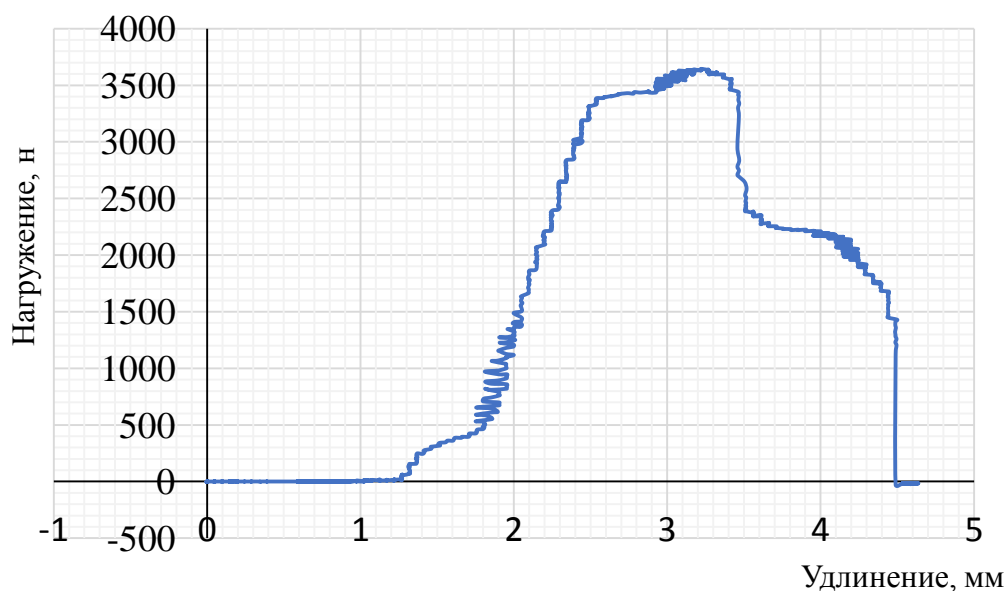
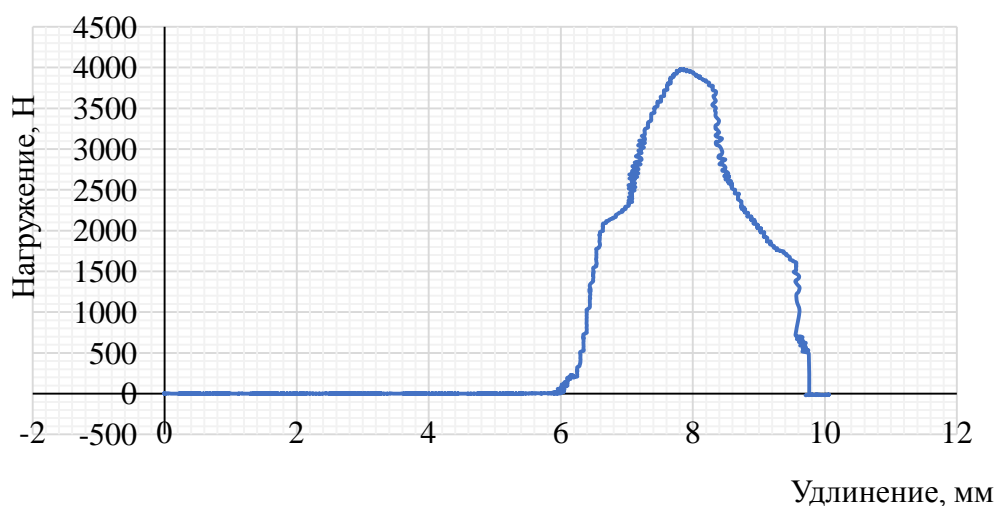
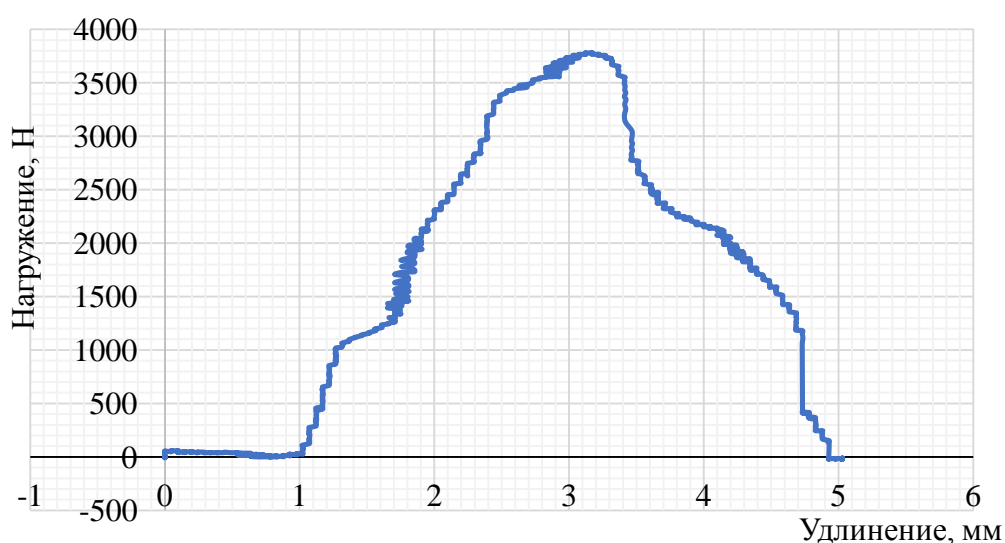


Рис. 6. Диаграмма растяжения образца №2



**Рис. 7. Диаграмма растяжения образца № 3**



**Рис. 8. Диаграмма растяжения образца №4**

Лабораторные исследования качества сварных соединений показали, что прочность сварной точки, выполненной в среде защитного газа электрозащепкой по ремонтной технологии, не уступает прочности точечной сварки, выполненной с помощью аппарата контактной точечной сварки.

Получив результаты лабораторных испытаний, необходимо сравнить их с минимально допустимой прочностью сварных точек, выполненных контактной точечной сваркой для стальных изделий, которая указана в ОСТ 92-1114-80 [2]. Минимально допустимая прочность сварных точек, выполненных контактной точечной сваркой, для стальных изделий толщиной 1 мм равна 3430 Н или 350 кгс. Как видим, результаты лабораторных испытаний являются положительным. Образцы, полученные с помощью электрозащепки, и с помощью контактной точечной сварки превысили минимально допустимую прочность сварных точек соединений.

В соответствии с ГОСТ 6996-66 при испытании сварного соединения на статическое растяжение определяется временное сопротивление наиболее слабого участка. Временное сопротивление подсчитывается по ГОСТ 1497-84 [3]. В соответствии с пунктом 4.7.2 ГОСТа 1497-84 временное сопротивление  $\sigma_B$  рассчитывается по формуле:

$$\sigma_B = \frac{P_{max}}{F_0}, \quad (1)$$

где  $P_{max}$  - разрушающее усилие, Н (кгс);

$F_0$  - площадь поперечного сечения основного металла образца до приложения нагрузки, мм<sup>2</sup>.

Временное сопротивление стали марки 08 составляет  $\sigma_B = 315 \div 410$  МПа.

Временное сопротивление образца №1:

$$\sigma_B = \frac{3713,528}{8} = 464,19 \text{ МПа.}$$

Временное сопротивление образца №2:

$$\sigma_B = \frac{3645,21}{8} = 455,65 \text{ МПа.}$$

Временное сопротивление образца №3:

$$\sigma_B = \frac{3981,917}{8} = 497,74 \text{ МПа.}$$

Временное сопротивление образца №4:

$$\sigma_B = \frac{3781,845}{8} = 472,73 \text{ МПа.}$$

Рассмотренный метод определения прочности сварных соединений, выполненных разными видами сварок, с помощью лабораторных испытаний позволяет осуществить оптимальный выбор вида сварки для кузовного ремонта автомобиля, который позволит выполнить технологию сварочного процесса, не уступающую по качеству и прочности процесса завода-изготовителя.

### ***Библиографический список***

1. ГОСТ 6996-66: Сварные соединения. Методы определения механических свойств. М.: Стандартиформ, 2006.
2. ОСТ 92-1114-80: Соединения сварные. Общие технические условия, 1980
3. ГОСТ 12004-81: Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение. М.: Стандартиформ, 2009.
4. Автомобили ВАЗ. Ремонт кузовов. Часть 1. Издание первое, под редакцией канд. техн. наук Б.В.Прохорова. Тольятти: ОАО НВП «ИТЦ АВТО», 2001.
5. ГОСТ 1050-88. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия. Москва. Стандартиформ, 2010

УДК 620.164.1

КАЛИНИН Е.Д., ИВАНОВ Д.В., КОРЧАЖКИН М.Г., АРХИПОВ А.Н.

### **РАЗРАБОТКА МЕТОДА СОЕДИНЕНИЯ ЛОНЖЕРОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ КУЗОВНОМ РЕМОНТЕ АВТОМОБИЛЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Кузов автомобиля является сложным конструкторским элементом. Он должен обеспечивать безопасность как водителя, так и пассажиров. Одним из важных конструктивных узлов автомобиля, который повышает жесткость кузова и определяет безопасность движения, является лонжерон.

При эксплуатации автомобиля может возникнуть потребность в кузовном ремонте элементов кузова. В результате чего необходимо качественно отремонтировать элемент, потерявший свою работоспособность для дальнейшей его эксплуатации в автомобиле. Одним из видов кузовного ремонта является сварка кузовных элементов. Сложность сваривания кузовных элементов состоит в малой толщине кузовного металла. При сварке тонких листов может произойти тепловая деформация, прожигание и искривление металла. Особенно слож-

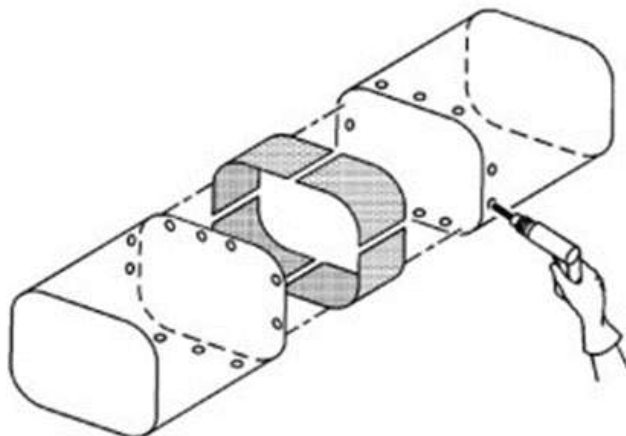
ным является процесс сваривания лонжеронных конструкций в силу того, что лонжерон должен гасить удары и эффективно поглощать энергию.

В силу данных особенностей нарушение технологии сварки влияет на качество и прочность свариваемых изделий, и как следствие, на дальнейшую эксплуатацию сварных элементов кузова. В результате необходимо определять качество свариваемых деталей элементов кузова автомобиля.

Целью работы является разработка метода соединения лонжеронных конструкций при кузовном ремонте автомобилей с помощью сварки.

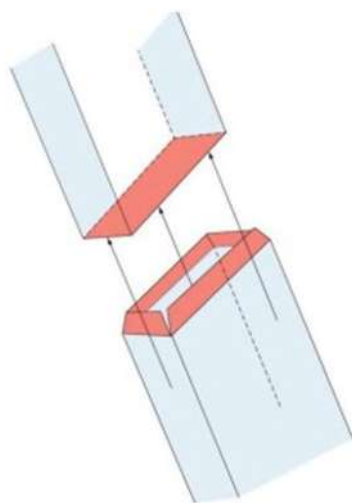
Для достижения поставленной цели изначально необходимо изучить методы соединения сваркой при ремонте и замене лонжеронных конструкций.

Одним из методов соединения сварки лонжеронных конструкций является **соединение встык со вставкой**. Данное соединение отличается наличием вставки, подходящей по форме к лонжерону. Вставка монтируется к лонжерону с помощью сварных точек. Размер вставки должен находиться в пределах 50 – 75 мм, отверстия для сваривания высверливаются на 10 – 15 мм от краев. Для проникновения расплавленного металла, необходимо оставить зазор, равный 1 – 2 толщины свариваемого металла.



**Рис. 1. Соединение встык со вставкой**

Ещё одним методом соединения сварки лонжеронных конструкций является **соединение внахлест**. Для данного соединения у заготовки делаются срезы по углам, которые не должны превышать 6,4 мм. Затем края загибаются, и новая часть лонжерона «надевается» сверху.



**Рис. 2. Соединение внахлест**



В рамках исследуемой работы рассмотрен самый распространенный вид выполнения точечной сварки – это сварка электродзаклепкой, выполняемой полуавтоматической сваркой плавящимся электродом в среде углекислого газа. Для каждого вида сварки необходимо определить оптимальные геометрические параметры выполнения сварных точек на листах исследуемых конструктивных элементов.

Для полуавтоматической сварки плавящимся электродом в среде углекислого газа геометрические параметры необходимо выбрать на основании ГОСТа 14776-79 «Соединения сварные точечные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры» [4]. В указанном стандарте [4] нужно определить тип соединения. Для ремонтируемой детали в рамках данной работы будет выбран нахлесточный тип соединения. Способ сварки - УП (в углекислом газе плавящимся электродом).

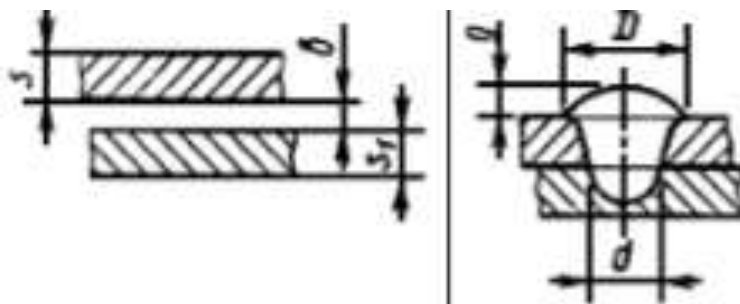


Рис. 3. Изображение геометрических параметров свариваемых листов и параметры точки

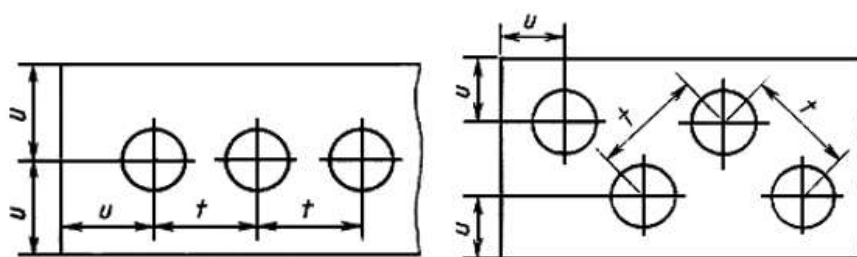


Рис. 4. Геометрические параметры точек

По указанному стандарту [4] определяем параметры сварной точки и заносим их в табл. 1.

Таблица 1

Параметры сварной точки, выполненной полуавтоматической сваркой

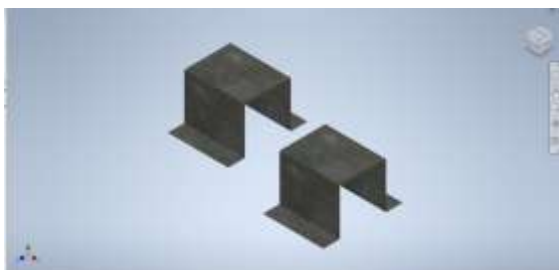
Наименование параметра	Обозначение	Размер, мм
Толщина заготовок	$S$ $u$ $S_1$	0,8
Расстояние от края заготовки до центра сварной точки	$u$	не менее 11
Расстояние от центра одной сварной точки до центра другой сварной точки	$t$	не менее 14
Расчетный диаметр литого ядра точки или ширина литой зоны шва	$d$	4
Ширина наплава	$D$	11
Высота наплава	$g$	1,5

Рассмотрев методы соединения лонжеронных конструкций с помощью сварки и изучив геометрические параметры для выполнения сварных точек при соединении, необходимо соз-

дать сварное соединение в системе автоматизированного проектирования (САПР) Autodesk Inventor.

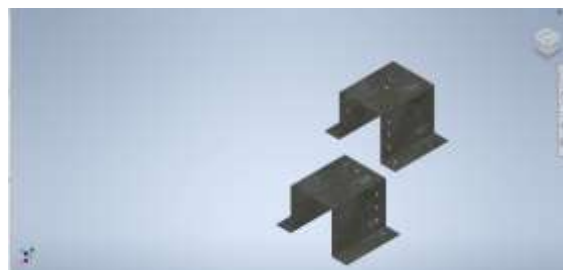
Для этого необходимо поэтапно разбирать конструкцию.

Этап 1 – создание двух деталей по форме и размерам, напоминающие лонжерон (рис. 5).



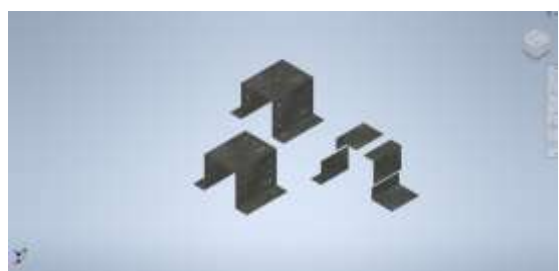
**Рис. 5. Создание лонжеронных конструкций**

Этап 2 – выполнение отверстий для электрозаклепки на лонжеронных конструкциях (рис. 6).



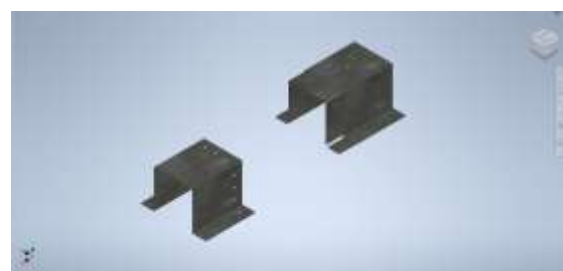
**Рис. 6. Выполнение отверстий**

Этап 3 – создание вставок, необходимых для соединения лонжеронных конструкций (рис. 7).



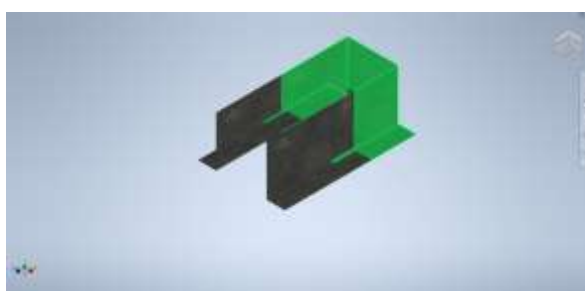
**Рис. 7. Создание лонжеронных вставок**

Этап 4 – соединение лонжеронных конструкций со вставками (рисунок 8).



**Рис. 8. Соединение лонжеронных конструкций сварных точек**

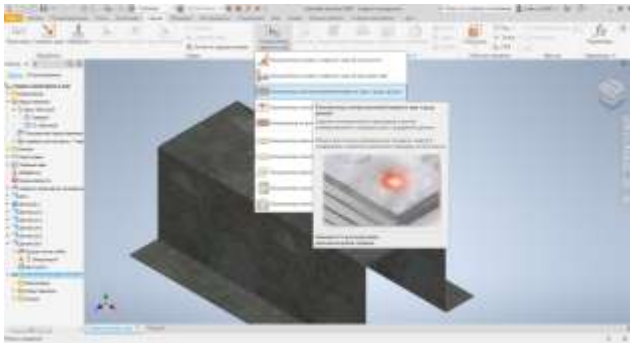
Этап 5 – сваривание лонжеронных конструкций со вставками (рис. 9).



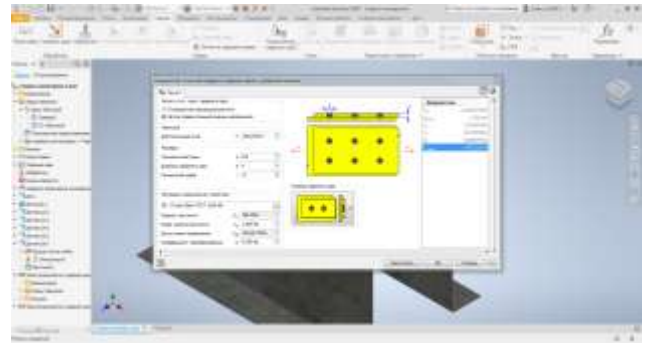
**Рис. 9. Сваривание лонжеронных конструкций**

Этап 6 – испытание сварных точек (рис. 10 и 11).

На данном этапе в системе автоматизированного проектирования (САПР) необходимо зайти в раздел «Сварка» (в панели инструментов) и выбирать функцию данного раздела «Калькулятор сварного шва». С помощью данной функции можно произвести расчеты конструкций, изготовленных точечной сваркой, электрозаклепками, а также с помощью стыковых и угловых сварных швов (рис. 10). Необходимо выбрать подходящий вид соединения и произвести расчет, предварительно указав параметры сварной конструкции (прикладываемую нагрузку, размеры и материал образцов) (рис. 11).



**Рис. 10. Раздел испытания сварки**



**Рис. 11. Испытание сварных точек**

Таким образом, по описанной методике удастся создать модель соединения лонжеронных конструкций и испытать сварное соединение на прочность, получив максимальную разрушающую силу сварного шва испытываемой конструкции.

По проделанной работе можно сделать следующий вывод: рассмотренные методы соединения и разработанная методика воссоздания модели в системе автоматизированного проектирования (САПР) Autodesk Inventor дают базовые аспекты по модернизации кузовных ремонтных зон. Внедрение систем моделирования и испытания сварных конструкций в ремонтную зону увеличит безопасность и качество выполняемых работ, что в конечном итоге скажется на безопасности водителя и пассажиров автомобиля.

### *Библиографический список*

1. ГОСТ 6996-66: Сварные соединения. Методы определения механических свойств. М.: Стандартинформ, 2006.
2. ГОСТ 92-1114-80: Соединения сварные. Общие технические условия, 1980
3. ГОСТ 1497-84: Металлы. Методы испытаний на растяжение, 1986.
4. ГОСТ 14776-79 «Соединения сварные точечные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры»

УДК 665.753.4

КАРПУХИН Ф.В., БЕРДНИКОВ Л.А., РОЧЕВ Л.С.

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ КАЧЕСТВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В современном мире дизельные двигатели широко применяются при производстве автомобилей. Достижения в области двигателестроения приводят к созданию конструкций двигателей с большей производительностью, которые требуют более жестких допусков по установке и эксплуатации форсунок и насосов топливной системы высокого давления.

Грузовой коммерческий транспорт, автобусы, сельскохозяйственная техника, некоторые модели легковых автомобилей – все они работают на дизельном топливе. По сравнению с бензиновыми двигателями дизельные моторы имеют неоспоримое преимущество, особо важное для тяжелой техники: на низких оборотах производится большее число крутящего момента. Благодаря этому свойству транспортное средство становится более экономичным, а также способным на малых оборотах принимать на себя дополнительную нагрузку.

Надежность, экономичность и экологичность работы дизельного двигателя обеспечивается во многом работоспособностью топливного насоса высокого давления (ТНВД) и форсунок. Топливные форсунки – один из главных элементов системы питания двигателя. Форсунки обеспечивают прямую подачу топлива в камеры сгорания и его равномерное распределение по стенкам. Распыление топлива происходит через специальные сопла (распылитель форсунок). Сопла формируют строго заданный топливный факел, в результате чего топливо и воздух смешиваются эффективнее, а смесь сгорает лучше. Основное отличие форсунок для бензиновых и дизельных систем заключается в рабочем давлении топливной магистрали. Так, если бензонасос создает давление в 1...2 атмосферы в бензиновых двигателях, то в свою очередь, топливный насос высокого давления (ТНВД) нагнетает дизтопливо до отметки в несколько сотен атмосфер.

С течением времени, конструкция и принцип работы форсунок неоднократно менялись, у каждого нового поколения появлялись свои особенности. Долговечность дизельных моторов, а в частности, их топливной аппаратуры во многом зависит от правильности эксплуатации. Один из немаловажных и первостепенных факторов длительного срока службы топливной аппаратуры зависит от качества потребляемого топлива. В связи с тем, что стоимость запчастей для моторов, а также их ремонт и замена достаточно высоки, к дизельному топливу предъявляются высокие требования [1-5].

К сожалению, на сегодняшний день очень часто качество топлива отстает от разработок двигателестроения. Всё это приводит к снижению производительности, постепенному преждевременному сокращению ресурса и неожиданному отказу двигателя. Современные системы впрыска топлива и топливные насосы высокого давления чувствительны к примесям в топливе. Некачественное топливо преждевременно изнашивает форсунки и насосы и снижает общую надежность оборудования. Наиболее существенной проблемой качества в этой области является загрязнение, главным образом, от грязи и воды. Загрязнение твердыми частицами до фильтрации топливной системы должно составлять менее 15 мг. на литр. Большая часть источников грязи и воды берет начало в местных резервуарах для хранения, также при транспортировке к топливным бакам оборудования и в самих топливных баках. Ресурс топливной аппаратуры уменьшается практически вдвое при процентном содержании воды 0,05% от общего объема жидкости.

При таком проценте топливо достаточно мутное. Содержание воды, превышающее порог в 0,05%, приводит к повреждению системы впрыска топлива. Влага также негативно влияет на смазывающие свойства дизельного топлива путем его вытеснения. Когда влага нагревается в камере сгорания, вода немедленно превращается в пар и повреждает наконечники форсунок. Непрерывное загрязнение водой разъедает топливные системы, а также способствует росту бактерий, что приводит к закупорке систем фильтрации топлива. Особо опасна чрезмерная влажность топлива в период низких температур, когда вода кристаллизуется и закупоривает топливные каналы [6].

Чистоту топлива оценивают коэффициентом фильтруемости, который представляет собой отношение времени фильтрования через фильтр из бумаги при атмосферном 290 давлении десятой порции фильтруемого топлива к первой. На фильтруемость топлив влияет наличие воды, механических примесей, смолистых веществ, мыл нефтяных кислот. В товарных дизельных топливах содержится в основном растворённая вода от 0,002 до 0,008%, которая не влияет на коэффициент фильтруемости. Нерастворённая в топливе вода - 0,01% и более - приводит к повышению коэффициента.

Присутствие в топливе поверхностноактивных веществ - мыл нефтяных кислот, смолистых и серо-органических соединений - усугубляет отрицательное влияние эмульсионной воды на фильтруемость топлива. Содержание механических примесей в товарных дизельных топливах, выпускаемых НПЗ (нефтеперерабатывающий завод), составляет 0,002-0,004%. Это количество не отражается на коэффициенте фильтруемости при исключении других отрицательных факторов. Коэффициент фильтруемости дизельных топлив, отправляемых с предприятий, находится в пределах 1,5-2,5.

Следующий немаловажный фактор для качества дизельного топлива – его способность к воспламеняемости и самовоспламеняемости, выраженная цетановым числом. Измерение данной характеристики определяется временем задержки от поступления топлива в цилиндр двигателя до начала его горения. Цетановое число определяет степень экологичности топлива, так как его способность к воспламенению зависит от углеродного состава. Содержащиеся в топливе парафиновые соединения достаточно легко воспламеняются, а ароматическим углеродам требуется большая задержка. Следовательно, цетановое число будет выше со снижением содержания нежелательных ароматических углеродов. Чем выше будет цетановое число топлива, тем короче период воспламенения, легче запускается двигатель, меньшее время занимает «дымление» при прогреве. Помимо этого, высокое цетановое число способствует увеличению мощности двигателя и ускорению его работы. Но если цетановое число дизельного топлива будет низким (ниже 40), то из-за задержки воспламенения могут возникнуть проблемы с детонацией двигателя и запуском. Дизельный стук во время холостого хода, плохой прогрев и белое дымление после запуска будут результатами слишком низкого цетанового числа [7-11].

Плохие физические свойства дизельного топлива также могут повлиять на надежность и срок службы дизельных двигателей. Одно из предназначений дизельного топлива - охлаждение и смазка системы впрыска топлива. Плохие смазывающие свойства приводят к чрезмерному износу и преждевременному отказу форсунок и топливного насоса. Также это может привести к сокращению срока эксплуатации колец и вкладышей цилиндров [12].

Таким образом, качество дизельного топлива может оказывать большое влияние на продолжительность ресурса и безотказность топливной аппаратуры. В первую очередь, стоит обращать внимание на емкости, в которых хранится и транспортируется топливо, своевременно их обслуживать и очищать от осадка. Стоит также отметить, что на данный момент времени многие производители закладывают в своих изделиях определенный ресурс, который они должны отработать. Форсунки получают необслуживаемыми, и при достижении определенного пробега требуют замены. В основном современные форсунки редко кто из мастеров берется ремонтировать, ибо это достаточно трудоемкий процесс. Но на просторах нашей страны много коммерческого транспорта, работающего на дизельных двигателях. Большой преобладающий процент оснащен ещё старой топливной аппаратурой. И проблема проверки технического состояния и регулировки форсунок остается актуальной по сей день.

УДК 665.6/7

КОКУРИН Р.А., КОРЧАЖКИН М.Г., АРХИПОВ А.Н.

## **АНАЛИЗ МОЮЩИХ СРЕДСТВ И РАСТВОРОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В МОЕЧНЫХ УСТАНОВКАХ ДЛЯ АГРЕГАТОВ И ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Наибольшее распространение во всех процессах мойки и очистки, в том числе и на ремонтных предприятиях, получили синтетические моющие средства (СМС), основу которых составляют ПАВ и ряд щелочных солей. Синтетические моющие средства допускают очистку деталей одновременно из черных, цветных и легких металлов и сплавов. Они хорошо растворяются в воде, нетоксичны, не вызывают ожогов кожи, пожаробезопасны и биологически разлагаемы при сливе в канализацию. Очищенные узлы и детали после мойки не корродируют и не требуют специального ополаскивания [1]. К таким синтетическим моющим средствам относятся:

- Анкрас;
- МС-6;
- МС-15;

- Лабомид;
- МЛ-51;
- Растворяющие эмульгирующие средства (РЭС).

*Анкрас* – порошок от белого до светло-желтого цвета. Состоит из ПАВ, органического растворителя, сорастворителя, щелочных компонентов и наполнителей. Применяют для мойки и очистки деталей от маслянистых и грунтовых загрязнений. Концентрация средства в рабочем растворе составляет 80 г/л. После очистки поверхность промывают водой.

*МС-6* -зернистый порошок от белого до светло-желтого цвета ( рН= 11.5...12.2). Применяют для очистки шасси, а также для очистки сильно загрязненных поверхностей деталей (свыше 75 г/м<sup>2</sup>). Рабочая концентрация раствора составляет: 15...20 г/л -для агрегатов ходовой части в разобранном виде.

*МС-15* – порошок белого цвета ( рН= 11.5...12.2) представлен на рисунке 1. Применяют для очистки сильно загрязненных двигателей, их сборочных единиц и деталей от смолообразных и масляных отложений методом погружения в ванну, струйных и циркуляционных способах мойки. (свыше 75 г/м<sup>2</sup>). Используют в виде подогретых до 80...90°С водных растворов в концентрации 20 г/л [2].

*Лабомид* имеет несколько модификаций:101, 102, 203 и 204. Их состав приведен в таблице 1.

**Таблица 1.**  
**Состав Лабомида (% по массе)**

Наименование компонента	101	102	203	204
Синтанол ДТ-7	4	4	8	8
Алкилсульфаты натрия (первичные)	-	-	2	2
Карбонат натрия	50	56	50	50
Триполифосфат натрия	30	20	30	20
Метасиликат натрия	-	20	-	10
Силикат натрия (жидкое стекло)	16	-	10	10



**Рис.1. Техническое моющее средство МС-15**

Все модификации Лабомида при обычных условиях являются порошком от белого до светло-желтого цвета ( рН= 10...12). Применяют для очистки агрегатов от эксплуатационных загрязнений, отдельных деталей из черных и цветных сплавов от масляных и асфальто-смолистых отложений.

Модификации 101 и 102 применяют в машинах струйного типа в виде водных растворов концентрацией 20...30 г/л при 70...80°С. Лабомиды 203 и 204 используют в машинах погружного типа с различными средствами возбуждения, температура раствора в ваннах 90...100°С и концентрация 10...35 г/л [3].

Образец Лабомид 203 представлены на рис. 2.



**Рис.2. Техническое моющее средство Лабомид 203**

*МЛ-51*- сыпучий порошок от белого до светло-желтого цвета, не вызывает коррозионного воздействия на черные и цветные металлы. Предназначен для очистки агрегатов и деталей от горюче-смазочных материалов и масляных отложений. Применяют в виде подогретых до 60...85°C водных растворов с концентрацией 10...20 г/л в струйных, мониторных и комбинированных машинах. Образец представлен на рис. 3.

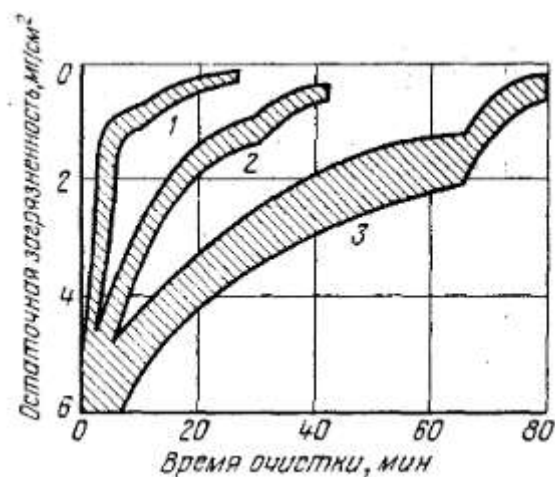


**Рис.3. Техническое моющее средство МЛ-51**

*Растворяющие эмульгирующие средства (РЭС)* в последнее время находят более широкое применение для очистки деталей. Вначале очистка происходит за счет растворения загрязнений. Затем детали помещают в воду или водный раствор, где происходит эмульгирование растворителя и оставшихся загрязнений и переход их в раствор, что обеспечивает более эффективную очистку деталей по сравнению с применением только растворителей. Их применяют при очистке деталей от прочных по отношению к деталям загрязнений (например, асфальто-смолистых отложений). К РЭС относят такие средства как термос-1, эмульсин, ДВП-1, АМ-15[3].

Все моющие средства можно сравнить по времени очистки детали от загрязнения.

На рис. 4 представлен график зависимости остаточной загрязненности от времени очистки.



**Рис.3. График зависимости остаточной загрязненности по времени:  
1 – Анкрас; 2 – МЛ-51, АМ – 5; 3 – Лабомид 101, МС – 15**

Из графика можно сделать вывод, что моющее средство Анкрас более предпочтителен в силу своей эффективности. Время мойки с раствором, в состав которого входит Анкрас, минимальное и при этом остаточная загрязненность ниже относительно остальных моющих средств.

#### *Библиографический список*

1. **Карагодин, В.И.** Ремонт автомобилей и двигателей: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин – 10-е изд., стер.-М: издательский центр «Академия», 2014. – 496 стр.
2. Ремонт автомобилей / под ред. Л.В. Дехтеринского. – М.: Транспорт, 1992. – 287 с.
3. Моющие средства в автомобильном транспорте [электронный ресурс]: <https://studfile.net/preview/2069495/page:3/>

УДК 629.113

КУЗМИЧЁВ В.А., КУЛАГИН А.Л., ГОНЧАРОВ К.О.

### **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДВЕСКИ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «FORMULA STUDENT» В ADAMS CAR**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сокращение сроков от начала разработки до производства, снижение затрат на проведение натурных испытаний физических прототипов и их адаптацию, повышение качества и научно-технического уровня автомобиля заставляют совершенствовать технологию проектирования.

Развитие компьютерной техники и программного обеспечения сопровождается внедрением её во все области хозяйственной деятельности человека, и автомобильная промышленность не является исключением. С каждым годом методы математического моделирования все шире интегрируются в процесс разработки автомобиля, и сейчас уже на ранних стадиях проектирования имеется возможность создания виртуальной модели автомобиля, на которой проверяются различные аспекты его функционирования.

Моделирование виртуальных испытаний как в целом автомобиля, так и отдельно его узлов и деталей позволяет конструктору оперативно оценивать работоспособность создаваемой конструкции, что снижает риск принятия неверного решения, приводит к сокращению



сроков и затрат на проектирование, повышает качество и продуктивность создаваемой продукции. Целью работы является создание методики, позволяющей на ранних стадиях проектирования спортивного автомобиля, при отсутствии физического прототипа, проводить первоначальный анализ прочности и долговечности деталей ходовой части автомобиля, а также осуществлять проверку и корректировку эксплуатационных параметров подвески.

Подвеска является одной из самых важных частей спортивного автомобиля. Оптимальные настройки подвески позволяют повысить динамические характеристики автомобиля и сформировать обратную связь между водителем и дорогой.

Подвеска должна обеспечить постоянный контакт шин с дорожным покрытием так, чтобы они могли приблизиться к предельным характеристикам.

Современные инженерные инструменты позволяют создать трёхмерный прототип подвески, в котором будут скомпонованы между собой элементы и учтено множество конструктивных и эксплуатационных факторов. Проектирование конструктивно сложной системы подразумевает наличие параметрической модели с возможностью изменения геометрии составных частей, ввиду этого все элементы модели подвески должны обладать свойствами адаптивности. Полученные виртуальные модели используют в расчётных программных пакетах для оценки прочности, по результатам которых делаются выводы о надёжности элемента или рассматриваются варианты оптимизации конструкции.

Трёхмерная модель в отличие от физической может быть без затратно скорректирована. Ещё одним преимуществом трёхмерной модели перед физической, является возможность провести виртуальные динамические испытания и уже на этапе компьютерного моделирования сформировать эксплуатационные характеристики подвески.

Тематика проектирования и создания подвесок для спортивных автомобилей подразумевает наличие ограничений и требований, описанных в регламенте. Данные ограничения затрагивают ряд эксплуатационных параметров подвески.

Исходя из сложности компоновки элементов подвески, подбора оптимальных настроек углов установки колёс и наличия ограничений требования регламента [1] требуется применение различных инженерных механизмов, которые рассматриваются в данной статье.

### **Разработка трёхмерного прототипа подвески в программном пакете Autodesk Inventor**

Для проведения виртуальных испытаний подвески необходимо создать полноценную трёхмерную модель на базе пространственного каркаса безопасности. Трёхмерная модель учитывает конструктивные, компоновочные и эксплуатационные параметры подвески [2].

Подвеска автомобиля состоит из большого количества элементов, сопряжённых между собой различными видами соединений. Для получения трёхмерного прототипа подвески необходимо сформировать каждую деталь, как самостоятельную модель.

В основе построения трёхмерной модели детали в системе Inventor лежит плоский контур (рис.1). Даже самая сложная модель детали состоит из набора контуров и применённых к ним операций по созданию трёхмерной модели. Сам контур создается в режиме Эскиз из простейших геометрических фигур (примитивов): отрезок, сплайн, окружность, дуга, точка и др.



**Рис.1. Эскиз поворотного кулака**

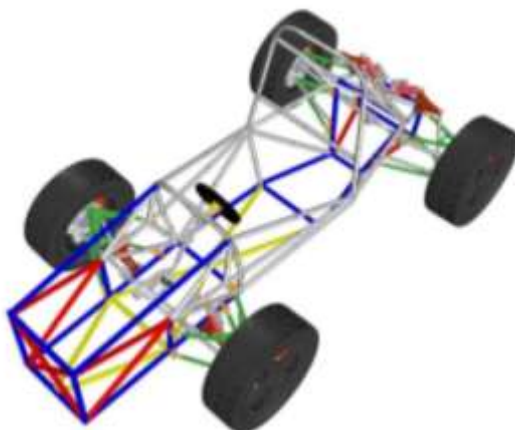
Взаимосвязь примитивов создается при помощи зависимостей. При отсутствии зависимостей может непредсказуемо измениться форма контура и ориентация его примитивов.

После того как был получен контур детали, необходимо перейти из режима Эскиз в режим Модель и произвести преобразования двумерного контура в трёхмерную модель (рис.2). Зачастую деталь состоит из нескольких эскизов, находящихся в разных плоскостях. Геометрию детали можно корректировать как изменяя эскиз, так и поверхностно, добавляя фаски, скругления, резьбы и т.д.



**Рис. 2. Трёхмерная модель поворотного кулака**

Трёхмерные детали компонуются в сборку (рис.3), посредством наложения взаимосвязей и соединений.



**Рис.3. Сборка подвески на пространственном каркасе безопасности**

### **Моделирование подвески управляемой оси спортивного автомобиля в Adams Car**

При помощи приложения для моделирования динамики автомобиля Adams Car можно провести исследования и оптимизировать параметры разрабатываемого изделия [3].

При создании модели передней оси спортивного автомобиля в Adams Car, работа происходит прежде всего с параметризованной моделью, «собранной» из подсистем подвески и рулевого управления. Многие элементы могут быть податливыми. По результатам исследований, параметры подсистем могут быть скорректированы по геометрическим размерам, местам крепления, типам компонентов автомобиля.

План построения имитационной модели управляемой оси спортивного автомобиля в Adams Car:

- Формирование новой базы данных (шаблонов) ,
- Расстановка начальных и конечных точек элементов управляемой оси,
- Формирование твердотельной геометрии элементов передней оси,

- Наложение зависимостей на трёхмерные модели,
- Проверка наложенных зависимостей и сохранение модели,
- Настройка параметров подвески,
- Импорт и адаптация рулевого управления из базы данных в модель передней подвески спортивного автомобиля.

В результате получается имитационная модель управляемой оси спортивного автомобиля (рис. 4).

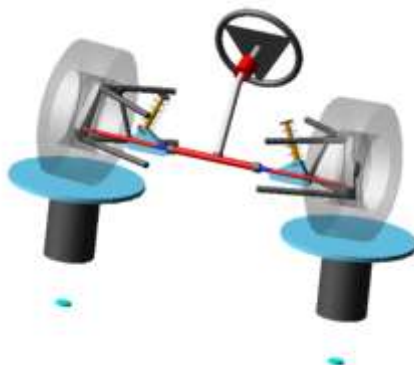


Рис.4. Модель передней управляемой оси спортивного автомобиля «FormulaStudent»

### Проведение компьютерных испытаний в Adams Car направленных на получение эксплуатационных характеристик подвески спортивного автомобиля «Formula Student»

Программа Adams Car позволяет моделировать различные испытания подвески с целью выявления эксплуатационных параметров её работы.

Над подвеской автомобиля можно провести следующие испытания.

1. **Parallel Travel** – данное испытание подразумевает под собой сжатие и отбой подвески одновременно двух колёс передней оси в одном направлении. Присутствует возможность задать диапазон вертикального перемещения колеса в миллиметрах и повернуть руль на определённый угол.

2. **Opposite Travel** – задаёт вертикальное перемещение левого и правого колеса в противоположные направления. При этом настраивается диапазон вертикального перемещения колеса в миллиметрах и присутствует возможность фиксации рулевого колеса в определённом положении в градусах.

3. **Roll and Vertical Force** – данное испытание подразумевает под собой имитацию крена кузова с возможностью нагружения подвески вертикальной силой. Настраивается верхний и нижний предел угла крена, общая вертикальная сила в Ньютонах и присутствует возможность зафиксировать рулевое колесо в определённом положении в градусах.

4. **Single Travel** – задаёт движение одному из колёс оси на выбор. Предварительно настраивается диапазон вертикального перемещения колеса в миллиметрах и присутствует возможность фиксации рулевого колеса в определённом положении в градусах.

5. **Steering** – испытание, позволяет осуществлять поворот колёс на определённый диапазон угла поворота в градусах. Дополнительно можно настроить фиксированную величину сжатия/отбоя вертикального перемещения подвески отдельно для левого и правого колёс в миллиметрах.

6. **Static Loads** – подразумевает под собой испытания подвески передней оси спортивного автомобиля при следующих входных данных:

- Выравнивающий момент, (Н·м);
- Поворотная сила, (Н);
- Тормозная сила, (Н);
- Тяговая сила, (Н);
- Вертикальная сила, (Н);
- Опрокидывающий момент, (Н·м);

- Крутящий момент крена, (Н·м);
- Сила повреждения, (Н);
- Радиус повреждения, (м);
- Пределы угла поворота, (°).

Каждый параметр указывается для каждого колеса в отдельности и подразделяется на две составляющие: верхний и нижний предел.

7. **Dynamic** – тестирование подвески спортивного автомобиля происходит при известных нагружениях левого и правого колёс.

Для проведения теста необходимо ввести следующие параметры:

- Поворотная сила, (Н);
- Тормозная сила, (Н);
- Тяговая сила, (Н);
- Выравнивающий момент, (Н·м);
- Опрокидывающий момент, (Н·м);
- Крутящий момент крена, (Н·м);
- Сила повреждения, (Н);
- Радиус повреждения, (м);
- Воздействие на рулевое колесо.

Таким образом можно провести виртуальные испытания подвески передней оси спортивного автомобиля с анализом воздействия на эксплуатационные параметры интегрированного рулевого управления [4].

Результаты имитационного моделирования можно проанализировать и сравнить с расчётными параметрами.

Выводы. Ключевой стадией разработки виртуального прототипа подвески является проведение анализа результатов: расчётов, трёхмерного и имитационного моделирования. По заключению анализа инженер делает вывод о правильности работы системы. На данном этапе формирования подвески присутствует возможность без затратной корректировки параметров с повторным проведением компьютерных испытаний. Дополнительно это сокращает время до момента выпуска деталей системы подвески в производство.

Работа выполнена при поддержке студенческого конструкторского бюро FormulaStudent–Amigo; авторы выражают благодарность Д. А. Бутину за консультирование при построение имитационной модели управляемой оси спортивного автомобиля.

### ***Библиографический список***

1. Formula SAE Rules. SAE International, 2021.
2. **Кравец, В.Н.** Теория автомобиля: учебник / В.Н. Кравец; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – 2-е изд., переработ. – Нижний Новгород, 2013.
3. **Раймпель, Й.** Шасси автомобиля: Амортизаторы, шины и колеса / Й. Раймпель // . - М.: Машиностроение, 1986.- 320 с.
4. **Раймпель, Й.** Шасси автомобиля: Рулевое управление / Й. Раймпель // . - М.: Машиностроение, 1987.- 232 с.
5. Кузмичёв В.А., Кулагин А.Л., Гончаров К.О. Расчёт координаты центра масс спортивного автомобиля класса «FORMULA STUDENT» // Сборник статей и тезисов 19-ой Всероссийской молодёжной научно-технической конференции "Будущее технической науки" / НГТУ. -Нижний Новгород, 2020.
6. Кузмичёв В.А., Кулагин А.Л. Расчёт плеч рокера на основе распределения сил в подвеске спортивного автомобиля класса «FORMULA STUDENT» // Сборник статей и тезисов 20-ой Всероссийской молодёжной научно-технической конференции "Будущее технической науки" / НГТУ. -Нижний Новгород, 2020.

7. Кулагин А.Л., Гончаров К., Кузмичёв В., Голубев М., Гулин М., Хозеров В., Зайцев А. Formation of performance characteristics of a Formula SAE sports vehicle based on calculations and simulations of systemic elements // Материаловедение и инженерия, Том 1086, 5-й Международный научно-практический семинар «Мобильность транспортных и технологических транспортных средств» (МТТВ 2020) 12-13 ноября 2020 г., Нижний Новгород, Российская Федерация.

УДК 629.113

КУНАКОВ И.А., БЕРДНИКОВ Л.А., РОЧЕВ Л.С.

### **АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ СПЕЦШАССИ МЗКТ-7930 И БАЗ-6402 И ВЛИЯНИЕ НА НИХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день Россия является одним из крупнейших производителей и поставщиков военной техники на базе спецшасси. Именно поэтому к ней предъявляются высокие требования к качеству производства. Существует несколько видов спецшасси, которые мы рассмотрим далее.

МЗКТ-7930 (Астролог), самоходный тягач (полноприводный), с дизельным двигателем ЯМЗ 846.10, выпускается Минским заводом колесных тягачей.



**Рис.1. МЗКТ-7930**

БАЗ-6402 (Вощина), буксируемый полноприводный тягач с силовым агрегатом ЯМЗ 8491.10-032, выпускается на Брянском автомобильном заводе.



**Рис.2 БАЗ-6402**

Основным заказчиком вышеупомянутых спецшасси является Министерство обороны Российской Федерации, для использования с различными видами вооружения. Применение разных видов спецшасси можно объяснить тем, что буксируемые шасси намного проще и дешевле в эксплуатации, в тоже время самоходные шасси обладают лучшей маневренностью и проходимостью по бездорожью (несомненный плюс при работе в различных климатических условиях и типах рельефа), оба автомобиля экспортируются зарубеж.

Разнотипность колесной техники затрудняет и удорожает ее эксплуатацию.

Так как данные тягачи используются в странах с разным климатом и типом местности, к ним предъявляются различные технические требования.

**Таблица 1**

**Пластичные смазки и масла, используемые при эксплуатации спецшасси и их дублиеры.**

БАЗ-6402	МЗКТ 7930
<b>Моторные масла</b>	
Лукойл- Супер (SAE 15W-40, API CF-4/SG, Лукойл- Авангард SAE 15W-40, API CG-4/ SJ Дублиеры: М-10 ДМ ГОСТ 8581-78 М-8 ДМ ГОСТ 8581-78	М10Г2к, М8Г2к, М-10-Г2(и) М-8-Г2(и), Славол М-3042У (М-10-Г2у) Славол М-2042У (М-8-Г2у), Лукойл Стандарт SAE 10W-30, AP SF/CC Также допускается использование масел произведенных за рубежом
<b>Трансмиссионные масла</b>	
ТСп-15к ГОСТ 23652-79 Смесь масла ТСп-15к с 15% дизельного то- плива Дублиеры: Всесезонное масло ТМ5-12РК по ТУ 38.101844-80 Масло МТ-16п ГОСТ 6360-83	90%масла ТСп-15К и 10% присадки АКОР- 1 Дублиеры: 90%масла ТАД-17И и 10%присадки АКОР- 1 90% масла МТ-16П и 10% присадки АКОР- 1 Также допускается использование масел произведенных за рубежом, допуски API не ниже GL3
<b>Пластичные смазки</b>	
Смазка «ЗИМОЛ» по ТУ 38. УССР 201285- 82 Дублиеры: Смазка ЛИТОЛ-24 РК Смазка «ЛИТА» ОСТ 38.01.295-83	ЛИТОЛ-24 ГОСТ 21150-87 Дублиеры: ЛИТА ТУ 38.1011308-90 ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6267-74 Также допускается использование пластич- ных смазок с допусками NLGI 3
<b>Охлаждающая жидкость</b>	
ОЖ-40 «Лена» по ТУ 113.07.02 ОЖ-65 «Лена» по ТУ 113.07.02 Дублиеры: ТОСОЛ-А40 М ТОСОЛ-А65 М	Тосол-А40М, Тосол-А65М, Тосол –АМ, Премиум-С, Премиум-40, Премиум-65
<b>Дизельное топливо</b>	
Л-0,5-40 по ГОСТ 305.82 при температуре окружающего воздуха выше 0С З-0,5минус 35 при температуре окружающего воздуха от 0С до минус З-0,5минус 45 при температуре окружающего воздуха от -20С до -30С А-0,4 при температуре окружающего воздуха от -30С до -50С Дублиеры: Л-0,2-40, Л-0,2-62, Л-0,5-62 З-0,2 минус 35 З-0,2 минус 45 А-0,2	

Периодическое обслуживание МЗКТ-7930 проводится каждые 14000-15000 км, а при использовании в песчано-пустынных или горных районах каждые 9000-10000 км, что касается БАЗ-6402, то у него периодичность обслуживания составляет также 15000 км, но при использовании в различных видах местности дополнительно учитывается коэффициент категории эксплуатации и тип дорожного покрытия. В таком случае пробег до периодического технического обслуживания варьирует от 8000 км до 13000 км.

Климатические условия, в которых используют автомобили, влияют на выбор горюче-смазочных материалов.

Основным моторным маслом для БАЗ-6402 является Лукойл-Супер (SAE 15W-40), однако когда используется спецшасси при температуре окружающего воздуха от 278К(+5С) и выше применяется дублер М-10ДМ, а от 278К(+5С) и ниже используется масло М-8ДМ, в таком случае срок замены дублирующего масла вдвое меньше.

Для спецшасси МЗКТ-7930 используется масло Лукойл Стандарт SAE 10W-30, к которому предъявляются такие же требования, как и для масла используемого в спецшасси БАЗ.

На обеих моделях тягачей используется трансмиссионное масло ТСП-15к, но отличительной особенностью является добавление дизельного топлива для БАЗ-6402 и присадки АКОР-1 для МЗКТ-7930, в зависимости от климатических условий, в которых эксплуатируются данные автомобили.

**Таблица 2.**

**Сравнительные характеристики МЗКТ-7930 и БАЗ-6402**

Тип характеристик	БАЗ-6402	МЗКТ-7930
Допустимая полная масса	46000 кг	43000 кг
Колея (расстояние между серединами колес)	2218 мм	2375 мм
Дорожный просвет	500 мм	400 мм
Расход топлива	50 л	70 л
Заправочные данные:		
Топливные баки	665 л	770 л
Система смазки двигателя	50 л	33 л
Система охлаждения двигателя	70 л	100 л
Коробка передач	14,5 л	9 л
Норма времени на выполнение работ: при проведении РО	-(проводится контрольный осмотр 150-200 км)	1800 чел.мин.
при проведении ПО		3600 чел.мин.
при подготовке к зиме		300 чел.мин.
при подготовке к лету		30 чел.мин.

**Вывод**

В результате проведенного сравнения и анализа данных можно сделать вывод, что каждый из автомобилей БАЗ-6402 и МЗКТ-7930 имеет свои достоинства и недостатки, БАЗ-6402 разработан как российский аналог, белорусскому МЗКТ-7930 с учетом недостатков выявленных при эксплуатации тягача, в различных климатических и др. условиях.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТО РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ И КОРРЕКТИРОВАНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПО ЗАМЕНЕ НАКОНЕЧНИКОВ РУЛЕВЫХ ТЯГ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Техническое обслуживание рулевого управления автомобиля заключается в проверке свободного хода рулевого колеса, зазоров в шарнирах продольной и поперечной рулевых тяг, осевого люфта рулевого вала, зацепления в рулевом механизме, их регулировке и проверке крепления, а также в смазке рулевого механизма, шарниров и подшипников.

При наличии в рулевом управлении усилителя в техническое обслуживание дополнительно включаются: проверка крепления и герметичности системы усилителя.

При ЕТО проверяются свободный ход рулевого колеса, надежность крепления сошки и тяг рулевого управления.

При ТО-1 выполняются работы, предусмотренные ЕТО, а также проверяется крепление всех деталей рулевого управления, смазываются шарнирные соединения рулевых тяг и усилителя руля.

При ТО-2 дополнительно к перечисленным работам проверяется и при необходимости регулируется рулевой механизм.

Основными неисправностями рулевого управления автомобиля являются: ослабление крепления картера рулевого механизма, сошки, поворотных рычагов, шаровых пальцев, рулевого колеса, износ подшипников рулевого механизма, шарниров рулевых тяг, деталей рулевого механизма и усилителя руля.

Главным признаком неисправности рулевого управления может служить большой свободный ход рулевого колеса или чрезмерное усилие, необходимое для его проворачивания.

Рулевой механизм регулируется в случае большого свободного хода. Перед регулировкой подтягивают болты крепления картера рулевого механизма, гайки крепления рулевого колеса, сошки, поворотных рычагов, а также проверяют регулировку шарниров рулевых тяг, состояние подшипников шкворней и ступиц передних колес. Если после этих операций большой свободный ход рулевого колеса не устраняется, проверяют состояние подшипников и зацепление в рулевом механизме.

Цель работы, проводящейся в НГТУ им. Р.Е. Алексеева, состоит в определении оптимальной периодичности по замене наконечников рулевых тяг методом определения оптимальной периодичности по допустимому уровню безотказности.

Объектом разработки является наконечник рулевой тяги автомобиля *Nissan Qashqai*, представленный на рисунке 1.



**Рис. 1. Наконечник рулевой тяги**

Наконечник рулевой тяги – это деталь автомобиля, которая обеспечивает поворот колес на необходимый угол. Одним концом наконечник соединен с рулевой тягой, а другим – с поворотным кулаком. Это ключевой элемент в системе рулевого управления. Он отвечает за



повороты колес. Если по каким-то причинам он выйдет из строя, это может подвергнуть опасности водителя и пассажиров.

#### Особенности конструкции

Такие детали, как рулевые наконечники *Nissan Qashqai* и для других современных авто представляют собой шарнирное соединение, наподобие тазобедренного или плечевого сустава человека, что позволяет им двигаться одновременно в нескольких плоскостях. Казалось бы, нет ничего проще – поворот руля через шарниры передает поворот к колесам. Но колеса не всегда находятся на одном уровне. Имеется в виду неровность дорожного покрытия.

Главная особенность конструкции рулевого наконечника – это простота. Ведь чем проще механизм, тем надежней он работает. Эта деталь состоит из таких элементов:

- корпус;
- палец с нанесенной на него резьбой;
- защищающая крышка;
- кольцо, фиксирующее наконечник на пальце;
- неопределенный чехол, защищающий механизм от внешних воздействий;
- пыльник;
- фиксирующая гайка.

Палец наконечника делают из особо прочной стали литьем или штамповкой. Поэтому эта деталь является самой износоустойчивой и надежной.

Раньше в рулевом управлении использовалось гидравлическое усиление руля. Чтобы повернуть колеса в нужном направлении, требовалось усилие. Сегодня же в рулевой системе используются электронные сервоприводы, и для поворота руля достаточно усилия мизинца. Несмотря на это удобство, наконечник рулевой тяги испытывает при этом огромные нагрузки, которые доходят до одной тонны на квадратный сантиметр при каждом движении руля. Такое усилие кажется невероятным, но тем не менее, палец наконечника его выдерживает в течение примерно 100 тысяч километров, после чего обязательно нужно проводить диагностику.

Чаще всего поломка наконечника происходит по вине самого водителя. В список частых поломок этой запчасти могут войти следующие:

- неосторожная езда по проселочным дорогам;
- неправильная парковка с резким заездом на бордюр;
- слишком редкое использование транспортного средства.

Если автомобилем не пользоваться длительное время – наконечник рулевой тяги просто начинает ржаветь, равно как и разрушаются человеческие суставы.

Даже самый опытный водитель, который тщательно следит за своим транспортным средством, рискует повредить подвеску, и рулевую тягу в том числе. Для этого достаточно в темное время суток наехать на яму на дороге. Изнашивание происходит следующим образом: при каждом ударе колеса автомобиля о неровность на дороге или о бордюр страдает, в первую очередь, фиксирующая гайка. Затем имеет место разрыв пыльника. Из-за разорванного пыльника повреждаются внутренние детали наконечника – туда попадает пыль, которая играет роль абразива. Поэтому «кулачок» быстрее изнашивается.

Определить, что рулевая тяга нуждается в ремонте, не всегда представляется возможным. Но тем не менее, есть несколько показателей, что проблема существует:

- педаль газа при движении оказывает сопротивление;
- при повороте руля во время езды раздаются негромкие, но заметные стуки;
- слишком легко и непривычно поворачивается руль;
- на СТО развал/схождение дается с трудом.

Задание: определить оптимальную периодичность  $l_0$  по замене наконечников рулевых тяг автомобиля *Nissan Qashqai*, если даны наработки до отказа  $X_i$  (км) этого элемента

у автомобилей выборки (табл. 1) и допустимая вероятность безотказной работы  $P_d = 0,98$  ( $F_d = 0,02$ ),  $N = 30$  – количество подконтрольных автомобилей.

Таблица 1

Наработки до отказа выборки автомобилей

40000	52000	64000	76000	88000
42000	54000	66000	78000	90000
44000	56000	68000	80000	92000
46000	58000	70000	82000	94000
48000	60000	72000	84000	97000
50000	62000	74000	86000	100000

Решение:

1. Произведем статистическую оценку закона распределения данной выборки и определим ее основные статистические параметры.

1.1. Разбиваем весь диапазон значений наработки на отказ автомобилей выборки на интервалы:  $I = 2 \cdot \sqrt[4]{N} = 2 \cdot \sqrt[4]{30} \approx 5$  – число интервалов;  $\Delta X = (X_{\max} - X_{\min}) / I \approx 12000$  (км) – шаг интервала.

1.2. Производим статистическую обработку наработок до отказа и строим табл. 1, где  $m_i^I$  – число отказов в интервале;  $W_i^I$  – частость;  $F_i^I$  – оценка вероятности отказа;  $f_i^I$  – оценка плотности вероятности отказа;  $P_i^I$  – оценка вероятности безотказной работы;  $X_i$  – середина интервала:

$$W_i^I = \frac{m_i^I}{N}; F_i^I = \frac{\sum m_i^I}{N}; P_i^I = 1 - F_i^I; f_i^I = \frac{\sum m_i^I}{\Delta X N} (10^{-3}).$$

Таблица 2

Статистическая обработка данных

№ п/п	X (границы)	$X_i$	$m_i^I$	$\sum m_i^I$	$W_i^I$	$F_i^I$	$f_i^I \cdot (10^{-3})$	$P_i^I = 1 - F_i^I$
1	40000-52000	6000	2	2	0.067	0.067	0.006	0.933
2	52000-64000	8000	5	7	0.167	0.234	0.014	0.766
3	64000-76000	0000	16	23	0.533	0.767	0.044	0.233
4	76000 – 88000	2000	5	28	0.167	0.934	0.014	0.066
5	88000 – 100000	4000	2	30	0.067	1.000	0.006	0.000

Определяем основные оценки распределения наработок на отказ исследуемого КЭ автомобиля:

– средняя наработка до отказа (км)

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^5 X_i W_i^I = 3082 + 9686 + 37310 + 13694 + 6298 = 70070 \text{ км.}$$

– дисперсия распределения:

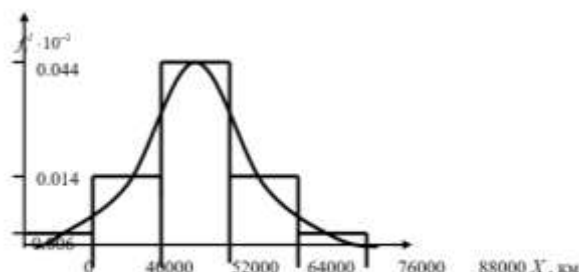
$$D = \sum_{i=1}^5 (X_i - \bar{X})^2 W_i^I = 38817448 + 24329378 + 2612 + 23768258 + 38367208 = 125284904 \text{ км.}$$

– среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации:

$$\sigma_X = \sqrt{D} = \sqrt{125284904} = 11193,07 \approx 11193 \text{ км},$$

$$v = \frac{\sigma_X}{\bar{X}} = \frac{11193}{70070} = 0.159 \approx 0.2.$$

1.3. Строим гистограмму плотности распределения отказов и выдвигаем гипотезу о законе распределения случайной величины  $X$ , как указано на рис. 2.



**Рис. 2. Гистограмма плотности распределения отказов**

На основании построенной гистограммы делаем предположение, что закон распределения данных наработок до отказа нормальный.

2. Проверяем соответствие опытных данных нормальному закону распределения.

2.1. Вычисляем теоретические значения параметров выборки.

В качестве параметров нормального закона распределения принимаются  $\bar{X}$  и  $\sigma$ . Таким образом, опытное распределение выравниваем нормальным законом вида:

$$f(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{X})^2}{2\sigma^2}}, \quad f(X) = \frac{1}{11193\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-70070)^2}{2 \cdot 11193^2}},$$

$$F_i = F\left(\frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}\right) - \text{нормированная функция [1].}$$

Строим табл. 3, где  $m_i = f_i \Delta X N$ ;  $W_i = f_i \Delta X$ ;  $P_i = 1 - F_i$ .

**Таблица 3**

**Теоретические значения параметров выборки**

№	$X_i$	$f(X) \cdot 10^{-2}$	$m_i$	$W_i$	$F_i$	$P_i$	$(m_i^1 - m_i)^2 / m_i$
1	46000	0.036	1.3	0.043	0.016	0.984	0.377
2	58000	0.2	7.2	0.24	0.138	0.862	0.672
3	70000	0.356	12.82	0.427	0.500	0.500	0.789
4	82000	0.202	7.27	0.242	0.855	0.145	0.709
5	94000	0.037	1.33	0.044	0.983	0.017	0.338

2.2. Проверим принадлежность данной выборки к нормальному закону по критерию согласия хи-квадрат (Пирсона):

$$\chi_{оп}^2 = \sum_1^5 \frac{(m_i^1 - m_i)^2}{m_i} = 0.377 + 0.672 + 0.789 + 0.709 + 0.338 = 2.885.$$

– определяем степень свободы:  $k = n - (r + 1) = 5 - (2 + 1) = 2$ ,

где  $n$  – число интервалов;  $r$  – число параметров в законе (у нормального закона это  $\bar{X}$  и  $\sigma$ );

– для  $k = 2$  и вероятности  $P(\chi^2) = \alpha = 0.1$  того, что закон выбран правильно, находим теоретическое значение  $\chi_\alpha^2 = \chi_{0.1}^2 = 4.61$  из соответствующей таблицы [2];

– сравниваем полученное теоретическое значение  $\chi_\alpha^2$  с опытным значением. Так как  $\chi_{ОП}^2 < \chi_{ТЕОР}^2$ , то делаем вывод о правильности гипотезы, что распределение подчиняется нормальному закону.

3. Находим оптимальную периодичность обслуживания исследуемого КЭ автомобиля  $l_0$ :

– строим график  $f(X) \cdot 10^{-3}$ , используя данные табл.3, который представлен на рис.3.

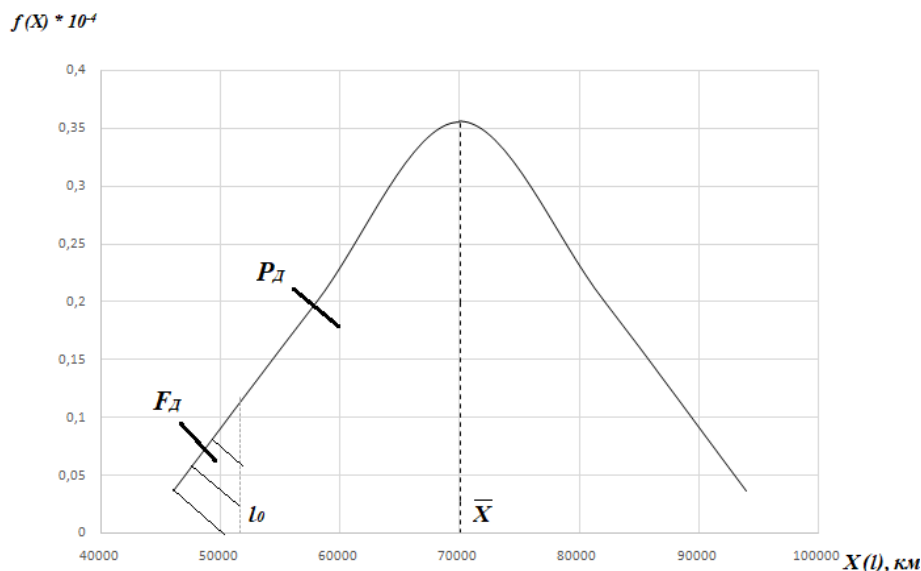
– вероятность отказа исследуемого КЭ (риск) определяется по выражению:

$$F_D = \int_0^{l_0} f(X) dX = F\left(\frac{l_0 - \bar{X}}{\sigma}\right);$$

– принимаем величину  $F_D = 0.05$  (как для КЭ автомобиля, отвечающего за безопасность дорожного движения);

– из таблицы нормального распределения имеем:  $F(z) = 0.05$ ,  $z = -1.65$ , тогда

$$\frac{l_0 - \bar{X}}{\sigma} = -1.65, \quad l_0 = -1.65 \cdot \sigma + \bar{X} = -1.65 \cdot 11193 + 70070 = 51602 \text{ км.}$$



**Рис. 3. График плотности вероятности отказов**

Таким образом, оптимальная периодичность проведения ТО рассматриваемой операции составляет  $l_0 = 51602$  км.

Произведем корректировку полученной периодичности операции для города Нижний Новгород. Корректировка производится по формуле:  $L_i = L_{i(H)} \cdot k_1 \cdot k_3$

где  $L_i$  – расчетное значение периодичности ТО  $i$ -ого вида, км;

$L_{i(H)}$  – нормативная периодичность ТО  $i$ -ого вида, км;

$k_1$  – коэффициент, учитывающий категорию эксплуатации автомобилей (III категория –  $k_1 = 0,8$ )

$k_3$  – коэффициент, учитывающий климатический район (умеренный –  $k_3 = 1$ ).

Тогда, получаем:  $L_i = 51602 \cdot 0,8 \cdot 1 = 41282$  км

### *Библиографический список*

1. **Кузьмин, Н.А.** Научные основы процессов изменения технического состояния автомобилей: монография / Н.А. Кузьмин, Г.В. Борисов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева – Н.Новгород, 2012. – 270 с.
2. **Кустиков, А.Д.** Диагностика современных автомобилей / Кузьмин Н.А. – М: Инфра-М, Высшее образование. Магистратура, 2021. – 229с.
3. **Кустиков, А.Д.** Повышение долго-вечности рулевых реек путем коррек-тирования периодичности замены масла / Кузьмин Н.А., Борисов Г.В. – Оренбург: Интеллект. Инновации. Инвестиции №6, 2022. - С. 79 - 87.

УДК 656.09

КУСТОВА Н.В.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОКРАСКИ АВТОМОБИЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ ПРИНЦИПА ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЙ ПОКРАСКИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Практика эксплуатации автомобилей в разных странах показала, что наиболее эффективными способами борьбы с коррозией кузова является их качественная окраска и дополнительная противокоррозионная обработка.

Целью данной работы является описание современных технологий окраски автомобилей, основных инструментов и оборудования, применяемых при этом, на примере электростатического метода.

Описание технологии. Принцип электростатической покраски заключается в том, что в процессе распыления жидкий лакокрасочный материал, соприкасаясь с электродом, которым оборудован каждый электростатический краскораспылитель, получает высоковольтный отрицательный заряд (~ 60-100 кВ), и после распыления его частицы направленно движутся к заземленному окрашиваемому изделию по силовым линиям электростатического поля, возникающим между краскораспылителем и изделием.

Лакокрасочные материалы подаются в краскораспылитель, в зависимости от метода: с помощью сжатого воздуха – пневматическое электростатическое распыление, или с помощью гидравлической подачи материала под высоким давлением через специальное сопло – безвоздушное электростатическое распыление.

Последующее формирование окрасочного факела происходит вследствие взаимного отталкивания одноименно заряженных частиц лакокрасочных материалов. Кроме этого, силы электростатического поля направляют движение заряженных частиц краски, препятствуя образованию окрасочного тумана и способствуя повышению коэффициента переноса материала на окрашиваемое изделие.

Помимо экономии лакокрасочных материалов, электростатическая покраска во многом облегчает и ускоряет процесс его нанесения. Например, при окраске таких конструкций, как трубы, при традиционном способе окраски потребовалось бы наносить материал, переворачивая изделие 3-4 раза, чтобы равномерно прокрасить его со всех сторон, в то время, как метод электростатической покраски позволяет окрашивать трубу в 1 проход, поскольку частицы краски будут двигаться по изогнутым линиям электростатического поля, огибая трубу со всех сторон.

Почему выбирают окрасочное оборудование безвоздушного распыления. Оборудование для нанесения лакокрасочного покрытия с применением безвоздушного метода позволяет применять различные красящие составы и материалы. Исключение составляют такие вещества, как цемент, каменная мука, песок.

Окрасочное оборудование безвоздушного распыления прекрасно зарекомендовало себя при проведении качественной покраски масштабных площадей, изделий и оборудования различного назначения, узких деталей и предметов (трубное оборудование, решетки, декоративные элементы из металла и пр.).

Самым весомым аргументом при приобретении подобных аппаратов выступает тот факт, что аппарат безвоздушного распыления может быть использован для напыления (распыления) материалов, имеющих различную степень абразивности, адгезии и плотности, что является очень важным нюансом при проведении окрасочных работ любой сложности. Так же окрасочное оборудование достаточно легко использовать неподготовленному человеку, а именно опустить «заборный» шланг в ведро с краской и подключить к электропитанию 220 Вольт, нажать на кнопку пуск и взяв в руки краскопульт нажать курок и наслаждаться ровным факелом и идеальным распылением краски на окрашиваемую поверхность.

Особенности электростатической покраски. Электростатическая покраска — это нанесение на поверхность краски с использованием сил взаимодействия между неподвижными точечными электрическими зарядами (кулоновская сила). Лакокрасочный материал (чаще всего на основе воды, но существуют варианты и с органическим растворителем) наносится с помощью специального окрасочного пистолета.

Технология. Впервые электростатический распылитель был использован в 1941 году американским изобретателем Г. Рансбургом. Методика подразумевала использование электрических полей, по которым передвигаются заряженные частицы краски. Жидкий лакокрасочный материал вступает во взаимодействие с электродом, расположенным в пистолете, в результате чего краске передается высоковольтный отрицательный заряд (60-100 кВт). Заряженные частицы, выйдя из сопла краскопульты, направляются по линиям электростатического поля к заземленному изделию, на которое наносится ЛКМ.

Окрасочный факел возникает благодаря обоюдному отталкиванию заряженных частиц лакокрасочного материала. Важное отличие данной технологии от других методов состоит в отсутствии необходимости в красочном тумане, так как частицы направляются по заданным линиям. Коэффициент переноса краски может колебаться от 70 до 98 процентов. Показатель переноса зависит от проводимости окрашиваемого материала, формы изделия и других косвенных факторов.

Электростатический способ позволяет сократить расход ЛКМ, а сам процесс покраски делает проще. При окрашивании металлических труб традиционным способом нужно несколько раз переворачивать изделие. В случае же с электростатическим пистолетом деталь поворачивать нет необходимости, так как заряженные частицы направляются по силовым линиям и легко огибают препятствия. Окрашивание осуществляется очень равномерно, поскольку на уже обработанном месте краска отталкивает излишки поступающего материала.

УДК 629.083

ЛЕВАШОВ В.М., АРХИПОВ А.Н., РОЧЕВ Л.С.

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ И СОПРЯЖЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ХИМИЧЕСКИМИ СОСТАВАМИ НА БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЯХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Цель: выявить самый эффективный и выгодный способ для очистки цилиндропоршневой группы и сопряжённых деталей бензиновых двигателей автомобилей.




Причинами возникновения нагара (углеродистых отложений) на данных деталях являются: работа двигателя на некачественном топливе и масле, частая езда на не прогретом мо-





торе с небольшой нагрузкой, увеличение интервала замены масла, неправильная синхронизация работы двигателя [1].

Места появления отложений: внутри камеры сгорания (КС), он откладывается на поверхности головки блока цилиндров (ГБЦ), покрывает верхнюю часть гильзы, т.к. в эту зону не доходит верхнее поршневое кольцо. Образуется на днище и канавках поршня, кольцах, на клапанах [2].



На что влияет образование нагара (углеродистых отложений) в двигателе – вызывает неравномерную работу двигателя, неправильный состав выхлопных газов, неправильная работа лямбда-зонда (датчика кислорода в выхлопной системе), неисправности в системе зажигания, увеличение расхода ГСМ (горюче-смазочных материалов), снижение компрессии, мощности, появление дыма в выхлопной системе, повышение давления картерных газов [3].

Чтобы уберечь двигатель от ремонта, существует ряд известных средств для очистки и предотвращения образования нагара в камере сгорания, все они различаются по способу применения и эффективности [4].

Разбор двигателя				
Тип очистки	Плюсы	Минусы	Фото	Цена
Ручная очистка с разбором	Качественное удаление нагара на кольцах, поршнях, клапанах, камере сгорания.	Трудоёмкий процесс. Долговременный процесс. Требуется обращение к специалисту. Необходимо специальное оборудование. Необходимо наличие специального слесарного инструмента. Высокая стоимость работ .		30000-45000 тыс.руб
Частичный разбор двигателя				
Очистка профессиональными способами:				
Раскоксовка профессиональными химическими составами:	Удаление лака, кокса на поршнях, кольцах. Разная ценовая политика. Не требуется обращение к специалисту. Не требует замены свечей. Кратковременный процесс.	Высокая стоимость. Не очищает клапана. Токсичен. Требуется частичная разборка ДВС. Требуется замена масла. Необходимо наличие слесарного инструмента.		1000-1500 тыс.руб.
Очистка камеры сгорания ореховой шелухой:	Удаление нагара, лака, кокса на поршнях и камере сгорания. Не требует замены масла и свечей.	Высокая стоимость. Необходимо специализированное оборудование. Не очищает кольца цилиндров от нагара. Не очищает клапана от нагара. Требуется обращение к специалисту. Долговременный		9000-12000 тыс.руб.

		<p>процесс. Требуются частичная разборка ДВС. Необходимо наличие специального слесарного инструмента.</p>		
<b>При помощи народных средств:</b>				
Димексид: [5]	<p>Крайне низкая стоимость. Удаление лака, кокса на поршнях, кольцах.</p>	<p>Долговременный процесс. Крайне токсичен. Перед работой требуется очистить от ЛКП с внутренней части поддон. Требуются частичная разборка ДВС. Не очищает клапана. Требуются неоднократная замена масла. Требует замены свечей. Необходимо наличие слесарного инструмента.</p>		100-150р
Раствор: 50% ацетона; 25% керосина; 25% моторного масла: [6]	<p>Низкая стоимость. Не требует обращения к специалисту. Не требует специального оборудования. Удаление нагара, лака, кокса на поршнях. Не требует замены свечей.</p>	<p>Токсичен. Не очищает клапана, кольца. Долговременный процесс. Требуются частичная разборка ДВС. Требуются замена масла. Необходимо наличие слесарного инструмента.</p>		200-300р.
Сольвент:	<p>Удаление нагара, лака, кокса, на поршнях. Низкая стоимость. Не требует специального оборудования. Не требует обращения к специалисту. Не требует замены свечей.</p>	<p>Токсичен. Не очищает клапана. Необходимо наличие слесарного инструмента. Долговременный процесс. Требуются частичная разборка ДВС. Требуются замена масла.</p>		150-200р
<b>Без разбора двигателя</b>				
Сольвент через топливную систему:	<p>Удаление нагара на маслосъемных кольцах, свечах, поршнях, клапанах, форсунках. Не требует разбора двигателя. Низкая стоимость. Не требует разбора двигателя.</p>	<p>Необходимо специализированное оборудование. Требуются замена свечей. Требуются инструмент. Требуются замена масла. Необходимо нали-</p>		1500р



	Низкая стоимость.	чие слесарного инструмента.		
Водород:[7]	Удаление нагара на маслосъемных кольцах, свечах, поршнях, клапанах, форсунках. Повышение компрессии. Не требует разбора двигателя. Не требует замены масла.	Необходимо специализированное оборудование. Требуется обращение к специалисту. Высокая стоимость операции. Необходимо наличие слесарного инструмента. Долговременный процесс.		2500-4000 р.
Присадка в топливо:	Низкая стоимость. Не требует обращения к специалисту. Не требует специального оборудования. Не требуется инструмента. Не требует разбора двигателя. Не требует замены масла. Не требует замены свечей. Не требует наличия слесарного инструмента.	Низкая эффективность при удалении нагара, кокса, лака, на маслосъемных кольцах, свечах, поршнях, клапанах,		300-1000р

Вывод: в ходе исследования были разобраны самые популярные способы для очистки поршневой группы. Исходя из полученной информации получилось, что самым эффективным способом является использование сольвента через топливную систему, который совмещает низкую цену и высокую эффективность очистки, что дает преимущества над другими способами.

### **Библиографический список**

1. [Электронный ресурс] - <https://1gai.ru/publ/521910-nagar-v-sovremennyh-dvigatelyah-posmotrite-otkuda-on-beretsya-i-kak-predotvratit-poyavlenie-otlozheniy.html> – Нагар в современных двигателях: откуда он берется и как предотвратить появление отложений.
2. [Электронный ресурс] - <https://avtocity365.ru/ustrojstvo-i-ekspluatatsiya-avtomobilya/nagar-na-porshnyah/> – Откуда в двигателе берётся нагар и как от него избавиться.
3. [Электронный ресурс] - <https://avtika.ru/kak-vliyaet-nagar-na-porshne-na-rabotu-dvigatelya/> – Как влияет нагар на поршне на работу двигателя.
4. [Электронный ресурс] - <https://alfa-motors38.ru/remont-i-tyuning/kak-ubrat-nagar-v-kamere-sgoraniya-dvigatelya.html> – Как почистить нагар на клапанах не разбирая двигатель.
5. [Электронный ресурс] - <https://autostadt.su/kak-promyt-dvigatel-dimeksidom/> – Раскоксовка: как правильно промыть камеру сгорания двигателя димексидом в домашних условиях.
6. [Электронный ресурс] - <https://twokarburators.ru/raskoksovyvanie-porshnevyyh-kolec-dvigatelya/> – Раскоксовывание поршневых колец двигателя автомобиля.
7. [Электронный ресурс] - <https://avtika.ru/chistka-dvigatelya-vodorodom-cto-eto/> – Чистка двигателя водородом, что это?

## ИССЛЕДОВАНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ АВТОКОНДИЦИОНЕРА НА АВТОМОБИЛЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для проведения исследований неисправностей были выбраны 35 автомобилей старше 5 лет. Автокондиционер – это климатическая система, обеспечивающая охлаждение воздуха в салоне транспортного средств за счет замкнутого цикла циркуляции хладагента. Конструкция устройства может различаться отдельными элементами, но для всех авто принцип работы един.

В процессе эксплуатации могут возникать поломки различных конструктивных элементов системы.

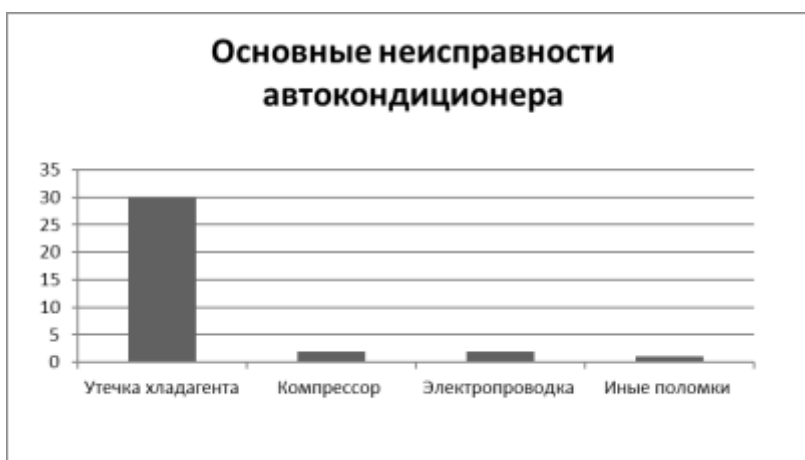


Рис. 1.

- утечка хладагента - 30 авто
- выход из строя компрессора - 2 авто
- нарушение или повреждение электропроводки - 2 авто
- иные поломки - 1 авто

### *Утечка хладагента*

При исследовании утечек было выявлено, что их основная причина – герметичность заправочных портов автокондиционера. Для устранения данной неисправности были заменены клапаны заправочных портов.



Рис. 2.

Так же утечка происходит при повреждении трубопровода или конденсатора (радиатор кондиционера) системы. Для устранения этой неисправности был отремонтирован путем сваркой аргоном трубопровод и заменой на новый конденсатор (радиатор кондиционера) или б/у в хорошем состоянии. Для избежание таких поломок нужно проверять трубопровод системы на дефект повреждения и старения, а также шланги высокого давления. Чтобы конден-

сатор (радиатор кондиционера) не выходил из строя, рекомендуется не мыть его на мойках высокого давления. В зимнее время при мойке автомобиля вода попадает в соты конденсатора и при отрицательной температуре разрушает его.

#### ***Выход из строя компрессора***

При исследовании неисправностей компрессора было выявлено, что один компрессор полностью вышел из строя и перестал нагнетать давление (был заменен на новый), а у второго компрессора появился шум подшипника шкива привода (подшипник был заменен).

#### ***Нарушение или повреждение электропроводки***

При исследованиях электропроводки было выявлено, что вышел из строя резистор вентилятора охлаждения и не было хорошего контакта на датчике давления системы кондиционирования. Резистор вентилятора редко выходит из строя, и он только меняется на новый. На датчике давления был заменен штекер подключения, т.к. из-за старения контакты рассыпались.

#### ***Иные поломки***

Выход из строя терморегулирующего вентиля. Такая поломка происходит из-за попадания грязи, влаги или воздуха в систему. Вентиль меняется на новый.



**Рис. 3.**

#### ***Полезные советы по уходу за кондиционером автомобиля***

Для того, чтобы продлить срок службы кондиционера автомобиля, нужно проводить профилактические мероприятия. Это сэкономит деньги и время на ремонт или посещение сервисов. Помогут в этом следующие рекомендации:

- профилактические регулярные включения кондиционера проводится вне зависимости от времени года (примерно на 15 мин. дважды в неделю);
- при использовании кондиционера зимой сначала прогревается ТС;
- когда Вы моете авто, то продувайте аккуратно и конденсатор;
- заправку фреона лучше доверить специалистам сервиса;
- ТО кондиционера нужно проводить каждую весну;
- регулярно проводить осмотр узлов охлаждающей системы на наличие трещин и масляных потеков;
- незамедлительно обращаться в сервис при сбоях или не характерном поведении в работе охлаждающей системы;
- обязательно осуществлять промывку всей системы после любого вмешательства;
- использовать для заправки и промывки системы только специальные и рекомендованные производителем средства;
- при выходе из строя конденсатора, фильтра или терморегулирующего вентиля целесообразна их замена на новые.

#### ***Библиографический список***

1. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, Сибикин Ю. Д., 2009

2. Монтаж систем вентиляции и кондиционирования воздуха, Краснов В.И., 2012
3. Справочник инженера по отоплению. Вентиляции и кондиционированию, Зеликов В. В., 2011

УДК 629.331

ЛУЧКО Н.С., КОРЧАЖКИН М.Г., КУЗМИН А.Н.

## **АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ КАТЕГОРИИ N1**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В современном мире автомобильный транспорт занимает важное место. Большой объем перевозок приходится на самолеты, поезда и суда. Тем не менее из порта или ж/д станции товар передвигается на грузовых автомобилях. Есть разные типы автомобильных перевозок: международные, междугородные, городские, и все они должны быть как можно дешевле. Это влияет на конечную стоимость доставки.

Технологии в автомобильной индустрии развиваются очень быстро. Двигатели внутреннего сгорания вот-вот достигнут пика своего развития. Однако всё чаще можно заметить появление автомобилей с электрическими двигателями. Многие видят в них будущее, предполагая, что они более экономичные и экологичные. Это особенно важно, ведь уже стало понятно, одна из главных задач автомобильных перевозок и логистики – снижение стоимости перевозок. В данной статье будет разобрано, какой тип двигателя будет самым выгодным, так ли экономичны и практичны электромобили, и какой автомобиль всё-таки будет более предпочтительным на территории РФ.

За основу были взяты автомобили категории N1, совершающие городские перевозки, а именно ГАЗель NEXT так как они являются самыми распространенными. Также ГАЗель NEXT является самым доступным автомобилем в категории N1 и имеет все нужные модификации.

Здесь будут рассматриваться 4 типа силовых установок, а именно:

- ДВС на дизельном топливе (ISF2.8 Cummins),
- ДВС на метане (УМЗ-А274Evotech),
- битопливный ДВС (метан+дизель) (ISF2.8 Cummins),
- электродвигатель (EV2.001.0025).

Чтобы установить, какой автомобиль будет экономичнее, необходимо учитывать затраты на топливо (электроэнергию) и затраты на обслуживание. В качестве расчетного периода был выбран один год. Далее были посчитаны затраты на каждый автомобиль за год. В расчетах принято, что каждый из них за год проедет 60000км.

### **1. Затраты на топливо**

Здесь за основу был взят расход топлива каждого автомобиля и стоимость единицы топлива. Рассматривать эти факторы по отдельности не имеет смысла, так как один показатель следует из другого. Все данные о расходе топлива были взяты из официальной технической документации ГАЗ.

Паспортный расход **дизеля** в городском режиме составляет 10,5л/100 км. Средняя стоимость литра дизельного топлива по стране около 50 рублей. Тогда на 1км пути будет потрачено  $(10,5 * 50)/100 = 5,25$  руб. А за год  $5,25 * 60000 = 315000$  руб.

Теперь надо разобраться с **битопливным дизелем**. Для двигателя ISF2.8 Cummins возможно замещение 60% дизеля метаном. Примем, что для замещения 1 литра дизеля необходимо 1,3м<sup>3</sup> метана. Учитывая уже приведенный расход дизельного двигателя 10,5л/100 км, можно выяснить, что на 100 км пути данный двигатель израсходует  $10,5 * 0,6 * 1,3 = 8,2$  л ме-

тана. Это значение можно округлить до 10 литров, так как в зависимости от режимов эксплуатации пропорция дизель-метан может изменяться в сторону увеличения количества ДТ. Поискав данные на АГНКС, принято, что в среднем литр метана в Нижегородской области стоит 21 рубль. На 100км пути, как уже посчитано, выбранный двигатель израсходует около 10л метана, а дизеля  $10,5*0,4 = 4,2$  л. Теперь можно посчитать: на 100км  $4,2*50+8,2*21 = 382,2$  руб., тогда итоговая стоимость 1км пути составит **3,82руб.** За год владельцы таких автомобилей потратят  $3,82*60000 = 229200$  руб.

Паспортный расход УМЗ-А274Evotech на **метане** составляет 22л/100 км. Тогда тем же путем можно получить  $(22*21)/100 = 4,62$  рубля за 1км пути, соответственно  $4,62*60000 = 277200$  руб. за год.

По данным из технической документации, **электрическая** ГАЗель оборудована тяговой батареей ёмкостью 48кВт\*ч. Производитель заявляет, что на одном заряде аккумулятора можно проехать 100 км. Для предприятий установлен тариф 7 руб. за 1кВт\*ч. Тогда, допустив, что автомобиль будет заряжаться только на обслуживающем его предприятии, можно получить  $(48*7)/100 = 3,36$  руб за 1км и  $3,36*60000 = 201600$  руб за год.

## 2. Затраты на обслуживание

Зайдя на сайт официального дилера ГАЗ, можно найти стоимость ТО для всех автомобилей с ДВС. Интересно, что ТО предлагается делать раз в 20000км. Итак, стоимость ТО автомобиля с двигателем ISF2.8 Cummins составит 19500 руб. независимо, установлено ГБО или нет. А для УМЗ-А274Evotech ТО будет стоить 16100 руб.

Стоит учесть, что завод изготовитель не устанавливает ГБО на дизельные двигатели, поэтому стоимость установки надо учесть в затратах. Установить ГБО на двигатель ISF2.8 Cummins стоит 400000 руб, однако присутствуют государственные субсидии в размере 100000 руб, поэтому фактически владелец потратит только 300000 руб. Если распределить эту сумму на 7 лет (нормативный срок службы), то получим  $300000/7 = 42857$  руб за год эксплуатации.

Тогда за год на автомобиль с мотором ISF2.8 Cummins уйдет  $19500*3 = 58500$  руб, а на 1км  $58500/60000 = 0,975$  руб. А на битопливный дизель  $58500+42857 = 101357$  руб в год и  $101357/60000 = 1,69$  руб на 1км.

На УМЗ-А274Evotech за год придется потратить  $16100*3 = 48300$  руб, а на 1 км  $48300/60000 = 0,805$  руб.

Чтобы определить затраты на обслуживание электромобиля, надо понимать, что ТО-1 с интервалом в 20000км предполагает замену масла в двигателе, воздушного и масляного фильтра. Однако на электромобиле эти операции не потребуются, поэтому можно сказать, что на плановое ТО он будет приезжать раз в 40000 км, то есть 1,5 раза за год. Следовательно, из ТО надо исключить все операции, связанные с ДВС (приведены выше), остальные операции останутся без изменений. Возьмем стоимость ТО для дизельного автомобиля и вычтем стоимость лишних операций и запчастей:  $19500-(1500+4000+2200+960+720) = 10120$  руб. Далее считаем затраты на обслуживание за год:  $10120*1,5 = 15180$  руб. А на 1 км пути затраты составят  $15180/60000 = 0,253$  руб.

## 3. Стоимость 1км пути

Для определения стоимости 1 км пути необходимо суммировать затраты на топливо и обслуживание. Они уже были получены. Остается просто их сложить.

Так, 1 км пути на автомобиле с дизелем обойдется в  $5,25+0,975 = 6,225$  руб.

На битопливном двигателе это  $3,82+1,69 = 5,51$  руб.

Километр автомобиля на метане будет стоить  $4,62+0,805 = 5,425$  руб.

На электромобиле в качестве обслуживания будем учитывать замену батареи раз в 5 лет, тогда 1км пути обойдется в  $3,36+0,253 = 3,613$  руб.

Итоговые результаты были сведены в табл. 1.

**Таблица 1****Определение стоимости 1 км пути на разных вилах топлива**

	ISF2.8 Cummins (ДТ)	ISF2.8 Cummins (ДТ+метан)	УМЗ- А274Evotech (метан)	EV2.001.0025 (электромобиль)
Затраты на топли- во/электроэнергию, руб.	315000	229200	277200	201600
Затраты на обслужива- ние, руб.	58500	101357	48300	15180
Стоимость 1км пути, руб.	6,225	5,51	5,425	3,613

**Вывод**

Из таблицы видно, что по всем критериям километр пути на электромобиле будет дешевле остальных рассматриваемых модификаций. Однако было бы интересно после выхода электромобиля в серийное производство проанализировать затраты на текущий ремонт в течение нормативного срока службы.

**Библиографический список**

1. Электромобиль ГАЗель e-NN. Руководство по эксплуатации – г. Нижний Новгород, 2020г.
2. Руководство по эксплуатации автомобилей семейства ГАЗель NEXT – г. Нижний Новгород, 2017г.
3. Регламент обслуживания автомобилей семейства ГАЗель NEXT – г. Нижний Новгород, 2017г.
4. Таблица тарифов на электроэнергию – «ТНС Энерго», Нижний Новгород.

УДК 629.331

ЛУЧКО Н.С., КОРЧАЖКИН М.Г.

**СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ РАЗНЫХ ТИПОВ**

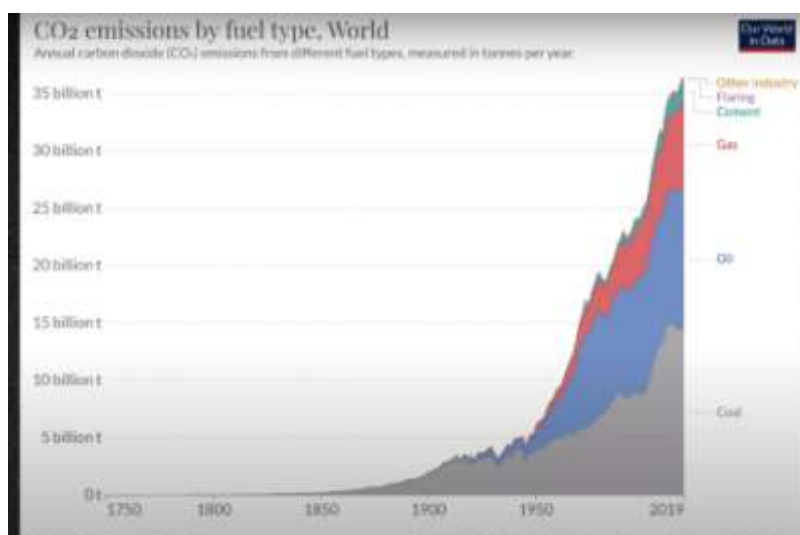
Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В современном мире большое развитие получили электромобили. Многие считают, что они более экономичны и экологичны, чем двигатели внутреннего сгорания. В статье будет проанализирована их экологичность и эффективность.

Главным аргументом против ДВС являются большие выбросы углекислого газа, который наносит вред атмосфере. Многие организации пропагандируют то, что электромобили свободны от этих выбросов, ведь в электродвигателе нет процессов горения, поэтому и выбросов в атмосферу у него нет. Однако если проанализировать статистику, то можно понять, что выбросы углекислого газа от автомобилей составляют очень малую долю от общего количества выбросов. Основная доля приходится на различные производственные предприятия (рис.1). Также не стоит забывать, что электроэнергия в основном добывается от сгорания ка-

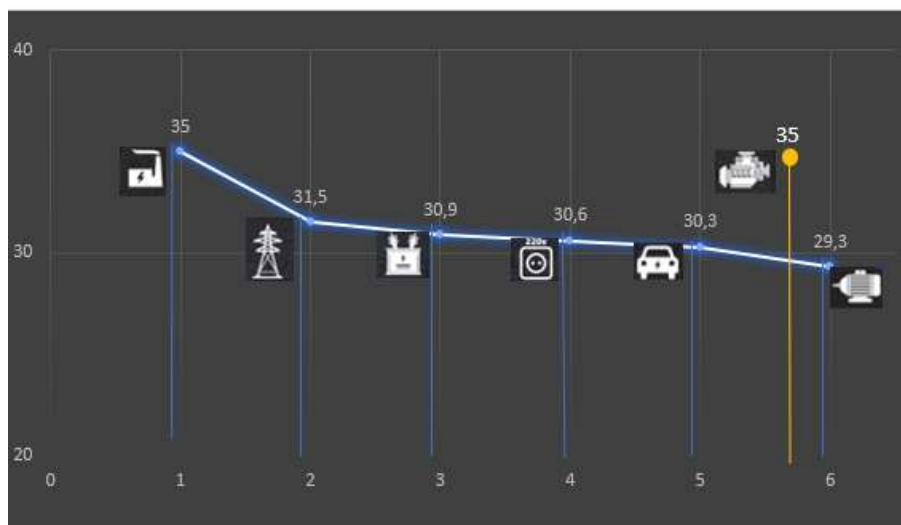
кого-либо топлива, так как в России преобладают тепловые электростанции, и они вырабатывают большую часть энергии. Так что утверждение про отсутствие выбросов у электромобилей ошибочно. Хотя сам по себе электродвигатель и не выбрасывает в атмосферу углекислый газ, тем не менее для того, чтобы привести этот двигатель в действие, также сжигается определенное количество топлива.

Также существует мнение, что электромобили более эффективны, чем автомобили с ДВС. И действительно, если анализировать эффективность передачи вырабатываемой энергии от двигателя на колеса (так называемый КПД), электромобиль окажется в выигрыше, ведь КПД современных электромобилей достигает 90%, в то время как эффективность современных ДВС редко превышает 40%.



**Рис.1. Источники выбросов углекислого газа**

Однако, как уже стало понятно, электроэнергия в основном добывается также путем сжигания того или иного топлива. Итак, в идеальном случае электродвигатель передает на колеса 90% энергии, но эту энергию сначала нужно было выработать и доставить до аккумулятора автомобиля, и на всех этапах доставки энергии до колес автомобиля присутствуют потери, которые надо учитывать. Если рассматривать тепловую электростанцию, её КПД в лучшем случае достигает 35%, то есть на выходе можно получить лишь 35% энергии, полученной от сгорания какого-либо топлива. Далее электричество нужно доставить до трансформаторов.



**Рис.2. Оценка эффективности источников энергии автомобилей**

В среднем, на ЛЭП теряется еще 5-20% электроэнергии (все зависит от сезонности и металла, используемого в проводах), также определенные потери есть и при понижении энергии в трансформаторе (2%). От трансформатора энергия доставляется по локальным сетям (розетки) также по проводам, значит на этом этапе определенная часть также уйдет (1%). Далее стоит учесть, что аккумулятор в автомобиле снова получает заряд по проводам (1%), а это опять потеря энергии. Теперь надо вспомнить, что современные аккумуляторы достаточно эффективны, но не идеальны, а значит передать на двигатель всю энергию он не сможет (3%). И наконец, только теперь можно вернуться к тем 90%, которые двигатель передаст на колеса.

Итак, учитывая все потери электроэнергии, эффективность электродвигателя с момента выработки электроэнергии не превысит 29,3%. Надо объяснить, что значение КПД для ДВС в 35% не надо уменьшать, ведь все потери уже учтены, он вырабатывает энергию от сжигания топлива, а не получает её, как электродвигатель.

### ***Библиографический список***

1. Выбросы углекислого газа в мире [Интернет источник]: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Выбросы\\_углекислого\\_газа\\_CO2\\_в\\_мире\\_\(Carbon\\_Free\\_Zone\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Выбросы_углекислого_газа_CO2_в_мире_(Carbon_Free_Zone))
2. Асафьев Стас – Разбираемся с теслой и другими электрокарами [Интернет источник]: <https://www.youtube.com/watch?v=B7jTieBSes8>

УДК 629

ЛЫСЯКОВ Ф.В. ПАПУНИН А.В. КОЛОТИЛИН В.Е.

## **БРИКЕТИРОВАНИЕ СНЕГА В ЧАСТНЫХ ДОМОВЛАДЕНИЯХ**

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева

Большую популярность в РФ набирают дома формата таунхаус. Это отдельно стоящий малоквартирный дом коттеджного типа с собственным двором малой площади для каждой квартиры, каждая из которых по площади больше обычной квартиры в многоэтажном доме и меньше частного дома. В данном виде недвижимости имеются придомовая площадь, окруженная соседскими участками, при этом плотность такой застройки очень высока. В нашем регионе очень длинный зимний период, который сопровождается снежными климатическими условиями. Исходя из этого можно сделать вывод о том, что у жильцов в зимний период отсутствуют площади для складирования снега на своих территориях. Жильцам требуется принимать дополнительные меры по расчистке и вывозу снега с придомовой территории.

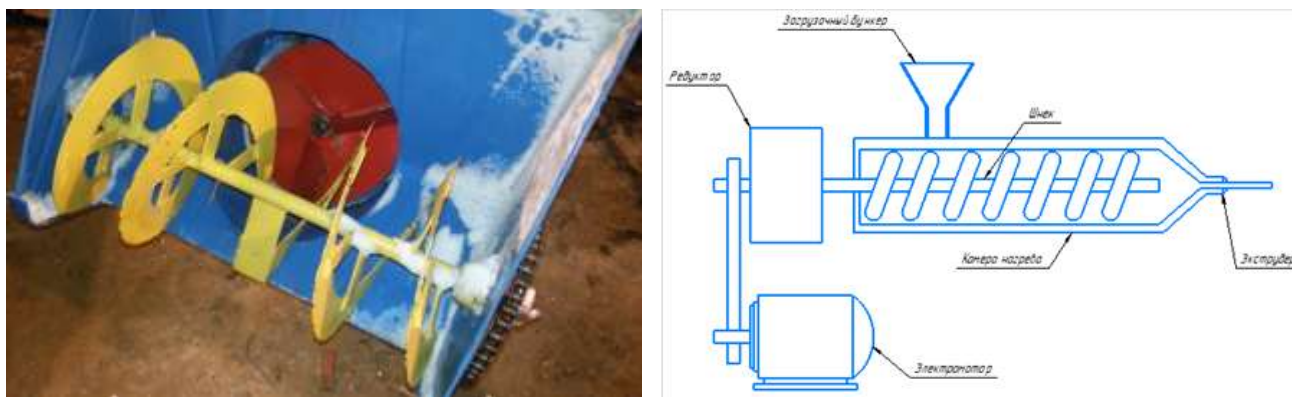
В качестве альтернативного решения по уборке территории от снега предлагается способ его брикетирования с помощью малогабаритной установки. Брикетирование - процесс переработки материала в куски геометрически правильной и однообразной формы, практически одинаковой массы (брикеты). Брикетирование улучшает эксплуатационные характеристики материала, уменьшает его объемную величину и делает его доступным для самых разных применений – бытовых и промышленных. [1]. Обычно в производстве используются универсальные брикетирующие прессы для различных видов деревообрабатывающей и пищевой промышленности (шелухи и лузги семян и зерна, опилок). Для разделения бруса на равные брикеты в прессе предусмотрен нож. В предлагаемой малогабаритной установке будет использоваться принцип прессы экструдера.

Прессование снега будет происходить под высоким давлением, это будет сопровождаться повышением его температуры, вплоть до плавления. При этом поверхность готовых блоков, нагреваясь, упрочняется, способствуя их транспортировке и хранению. Данная кон-



струкция представляет собой металлическую трубу, которая состоит из шнека для дробления снега, специальных насадок для придания формы снегу, электродвигателя и редукторов. Вся конструкция является передвижной или самоходной, благодаря пространственной раме на колесах. В передней части установки установлен шнековый захват для отделения снега от массива и передачи его на прессование, его пример представлен на рис. 1 слева. Общая концепция брикетирующей системы представлена на рис. 1 справа.

Подводя итог, стоит отметить важность создания данной установки, исходя из актуальности данной проблемы.



**Рис.1. Примеры шнекового захвата снега (показан слева), и пресса экструдера (показан справа)**

### *Библиографический список*

1. <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/71136/Брикети́рование> [Что такое брикетирование]
2. <https://1-teplodom.ru/press-dla-izgotovleniá-toplivnyh-briketov-vidy-stankov-dla-briketirovoscogo-proizvodstva/#i-6> [Какое оборудование применяется для брикетирования]

УДК 62-1/9

МАЗАВИН Д.И., КОРЧАЖКИН М.Г.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА СТОЯНОЧНУЮ ТОРМОЗНУЮ СИСТЕМУ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Цель работы: уточнение технико-экономического метода определения оптимальной периодичности, анализ зависимости ресурса обслуживания конструкционного элемента (КЭ)  $L$  – стояночного тормоза, от периодичности технического обслуживания (ТО) и определение оптимальной периодичности для обслуживания стояночного тормоза на автомобиле Datsun on-DO.

На рассматриваемом автомобиле применён ручной, тросовый механизм стояночного тормоза. Для активации ручника достаточно потянуть рукоятку на себя. Натянутые тросы заблокируют колеса и приведут колодки в активное положение.

Основные элементы ручного стояночного тормоза приведены на рис. 1.



**Рис. 1 Конструкция стояночного тормоза**

**Технико-экономического метод определения оптимальной периодичности ТО**

Удельные затраты на проведение операции ТО, удельные затраты на ремонт и суммарные удельные затраты на ТО и ремонт вычисляются по формулам [1]:

$$C_I = d/l; \quad C_{II} = c/L; \quad U = C_I + C_{II} .$$

**Таблица 1**

**Расчёт функции U с учётом старых цен и нормативных величин**

<i>L</i>	<i>D</i>	<i>CI</i>	<i>L</i>	<i>c</i>	<i>CII</i>	<i>U</i>
1000	200	0,20000	5175,70	400	0,07728	0,27728
2000	200	0,10000	4228,85	400	0,09459	0,19459
3000	200	0,06667	3732,32	400	0,10717	0,17384
4000	200	0,05000	3408,89	400	0,11734	0,16734
<b>5000</b>	<b>200</b>	<b>0,04000</b>	<b>3174,64</b>	<b>400</b>	<b>0,12600</b>	<b>0,16600</b>
6000	200	0,03333	2993,86	400	0,13361	0,16694
7000	200	0,02857	2848,30	400	0,14043	0,16901

Рекомендованный межоперационный пробег по подтяжке троса ручника 20 000 км. Или раз в год [3]. Формула для расчёта  $L = \frac{55000}{\sqrt[3]{l+200}}$  [1].

Вывод: Регулировка ручного стояночного тормоза на выбранном автомобиле при пробеге 5000 км. не целесообразна и не совпадает рекомендациями дилера, для искомого пробега проводим расчёты с уточнением данных.

**Технико-экономического метод определения оптимальной периодичности ТО. (с учётом реальных данных и корректировки пробегов колёсного транспортного средства)**

Суть технико-экономического метода сводится к определению суммарных удельных затрат на ТО и ремонт КЭ автомобиля с последующей их минимизацией. Определенному минимуму и будет соответствовать оптимальная периодичность.

Для реализации данной цели будем отталкиваться от следующих реальных данных:  $d = 585$  руб. (Стоимость операции взята из заказ наряда автосервиса «БестВей» приложение 1), стоимость сопряженной ремонтной операции замены пары задних амортизаторов  $c = 780$  руб. (Стоимость операции взята из заказ наряда автосервиса «БестВей»). Произвести корректировку периодичности операции для г. Павлово.

Согласно рекомендациям дилера ресурс барабанных тормозных механизмов для выбранного легкового автомобиля малого класса составляет 140 000 км [3].

Корректировка ресурсного пробега:

$$L_p = L_{p(n)} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3,$$

где:  $L_{p(n)}$  – нормативный ресурсный пробег автомобиля, км;  $k_1$  – коэффициент, учитывающий категорию эксплуатации автомобилей (II);  $k_2$  – коэффициент учитывающий тип подвижного состава (базовый автомобиль);  $k_3$  – коэффициент, учитывающий климатическую зону (умеренная) [2].

$$L_p = 140\,000 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 = 126\,000 \text{ км.}$$

Допустимое отклонение по пробегу от заявленного в регламенте ТО определяем в соответствии с регламентом ТО автомобиля Datsun on-DO. В соответствии с регламентом, ТО проводится каждые 15000 км [3].

С учётом корректировки периодичности ТО

$$L_{TO} = 15000 \cdot 0,9 \cdot 1 = 13500$$

С учетом категории условий эксплуатации  $k_1 = 0,9$  (вторая категория) и климатического района  $k_3 = 1$  (умеренный) оптимальная периодичность ТО  $l_0$  рассматриваемого элемента автомобиля составляет 13500 км.

Допустимое отклонение по пробегу от заявленного в регламенте ТО не должно превышать от 300 км до 100 км. Принимаю 200 км. [2]

Вычисляем суммарные удельные затраты на ТО и ремонт КЭ автомобиля:

$$C_I = 585/l - \text{удельные затраты на ТО.}$$

$$C_{II} = (780 \cdot (l+200)^{1/3}) / 126000 - \text{удельные затраты на ремонт.}$$

Функция  $U$  является целевой функцией, а значит ее экстремальное значение соответствует какому-то оптимальному решению, в данном случае оно выражается в минимизации суммарных затрат на ТО и Р [1].

Воспользуемся графическим методом нахождения целевой функции. Результаты проведенных расчетов сведены в табл. 2.

Вывод: после первого уточнения оптимальная периодичность ТО  $l_0$  рассматриваемого элемента автомобиля с учетом коэффициента полноты восстановления ресурса составляет должна проходить на пробеге от 12 700 км до 12 800 км. ( $\pm 200$  км.). Проведём ещё одно уточнение т.к. данный метод не учитывает коэффициент полноты восстановления ресурса.

Таблица 2

$L$	$C_I$	$C_{II}$	$U$
5000	0,11700	0,10725	0,22425
6000	0,09750	0,11372	0,21122
7000	0,08357	0,11954	0,20311
8000	0,07313	0,12483	0,19796
9000	0,06500	0,12971	0,19471
10000	0,05850	0,13425	0,19275
11000	0,05318	0,13850	0,19169
12000	0,04875	0,14251	0,19126
13000	0,04500	0,14630	0,19130
14000	0,04179	0,14991	0,19169
15000	0,03900	0,15335	0,19235

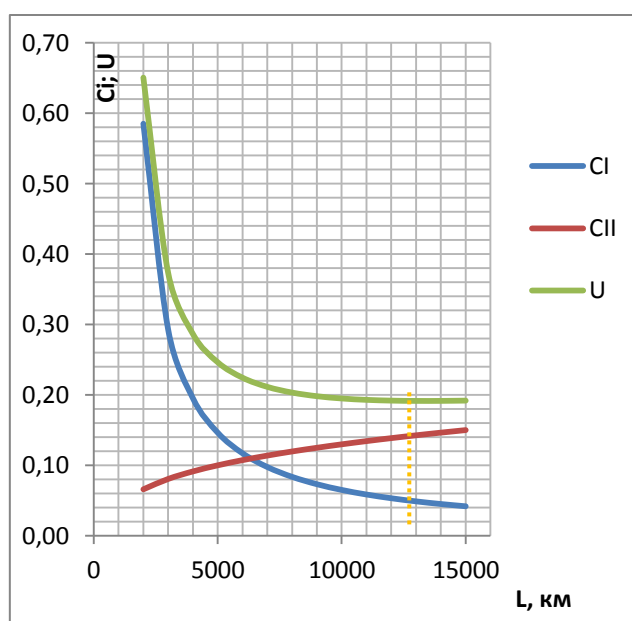


Рис. 2. Графическое решение тех-эконом. метода

### Уточнение технико-экономического метода с учётом коэффициента полноты восстановления ресурса

Коэффициент полноты восстановления ресурса характеризует возможность сокращения ресурса после ремонта, т.е. качество произведенного ремонта. (при этом  $0 \leq \eta \leq 1$ ). Таким образом, зная коэффициент восстановления ресурса, можно скорректировать удельные затраты на ремонт при увеличении периодичности операции ТО [1].

$$\eta_k = \frac{\bar{x}_{k-1,k}}{\bar{x}_1}; \quad \bar{x}_{k-1,k} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{x}_{k-1,k}}{n}; \quad C_{II}^* = \frac{c}{\eta \cdot L}.$$

где:  $\bar{x}_1$  – средняя наработка до 1-го отказа;  $\bar{x}_{k-1,k}$  – средняя наработка между отказами для  $n$  автомобилей;

Согласно статистике собранной с сайтов-форумов, по автомобилям Датсун он-ДО, Лада Гранта и Лада Калина (т. к. данные автомобили имеют идентичную конструкцию задних тормозных механизмов) количество автомобилей, которым потребовалась замена задних барабанов:

- 197 автомобилей, средний ресурс (с.р.) составил 95000 км; (24,02% автомобилей);
- 169 автомобилей, с.р. составил 102000 км; (20,61% автомобилей);
- 148 автомобилей, с.р. составил 115000 км; (18,05% автомобилей);
- 133 автомобилей, с.р. составил 120000 км; (16,22% автомобилей);
- 112 автомобилей, с.р. составил 132000 км; (13,66% автомобилей);
- 61 автомобилей, с.р. составил 151000 км; (7,44% автомобилей).

Всего была найдена статистика по 820 автомобилям. (В подсчёте были учтены лишь автомобили, у которых барабаны были заменены по причине их неисправности, автомобили, в которых замена барабана была сопутствующей операцией, не учитывались) [4].

Тогда средняя наработка между отказами с учетом процента их вклада для  $n$  категорий автомобилей составит:

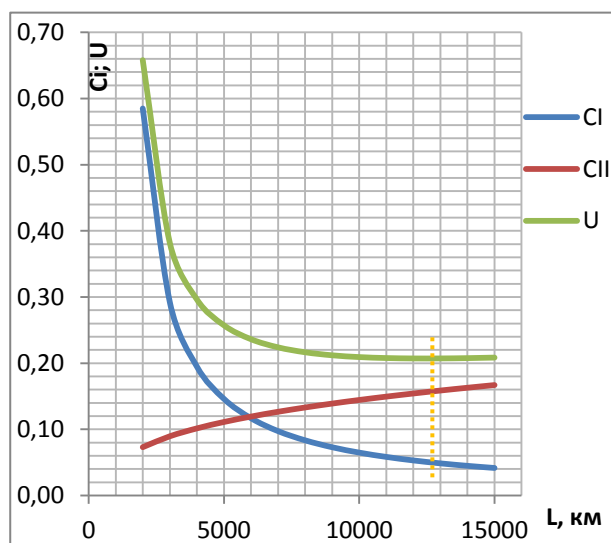
$$x_{k-1,k} = \frac{197 \cdot 95 + 169 \cdot 102 + 148 \cdot 115 + 133 \cdot 120 + 112 \cdot 132 + 61 \cdot 151}{197 + 169 + 148 + 133 + 112 + 61},$$

$$x_{k-1,k} \approx 113\,327 \text{ км}$$

Средняя наработка до 1-го отказа составляет  $L_p = \bar{x}_1 = 126000$  км.

**Таблица 3**

$l$	$C_I$	$C_{II}$	$U$
5000	0,11700	0,11926	0,23626
6000	0,09750	0,12646	0,22396
7000	0,08357	0,13292	0,21650
8000	0,07313	0,13881	0,21194
9000	0,06500	0,14424	0,20924
10000	0,05850	0,14929	0,20779
<b>11000</b>	<b>0,05318</b>	<b>0,15402</b>	<b>0,20720</b>
<b>12000</b>	0,04875	0,15847	0,20722
13000	0,04500	0,16269	0,20769
14000	0,04179	0,16669	0,20848
15000	0,03900	0,17052	0,20952



**Рис. 3 Графическое решение с уточнением.**

Тогда коэффициент полноты восстановления ресурса:

$$\eta = 113\,327 / 126\,000 = 0,8994.$$

Коэффициент полноты восстановления ресурса составляет 89,94%.

Таким образом, зная коэффициент восстановления ресурса, можно скорректировать удельные затраты на ремонт при увеличении периодичности операции ТО:

$$C_I = 585/l - \text{удельные затраты на ТО.}$$

$$C_{II} = (780 \cdot (l+200)^{1/3}) / 0,8994 \cdot 126000 - \text{удельные затраты на ремонт.}$$

Функция  $U$  является целевой функцией, а значит, ее экстремальное значение соответствует какому-то оптимальному решению, в данном случае оно выражается в минимизации суммарных затрат на ТО и Р [1].

Результаты проведенных расчетов сведены в табл. 3 и рис. 3.

Вывод: оптимальная периодичность ТО  $l_0$  рассматриваемого элемента автомобиля с учетом коэффициента полноты восстановления ресурса составляет должна проходить на пробеге от 11 700 до 11 800 км ( $\pm 200$  км.).

**Вывод:** были рассмотрены 3 подхода по определению оптимальной периодичности обслуживания стояночного тормозного механизма автомобиля Datsun on-DO. По рекомендациям завода изготовителя необходимо от 3 до 5 (6) щелчков при поднятии рычага стояночного тормоза, в ином случае необходима регулировка. Сам дилер рекомендует производить эту операцию раз в 20 000 км. С научной точки зрения наиболее точным является последний рассмотренный метод, по итогам которого необходимо производить подтяжку ручного тормоза раз в 11 700 – 11 800 км. Но на практике более логичным является второй метод, т.к. полученные значения 12 700 – 12 800 км. очень близки по километражу с проведением планового технического обслуживания для автомобиля, эксплуатируемого в городе Павлово ( $L_{ТО} = 15000 \cdot 0,9 \cdot 1 = 13500$  км.), а следовательно, данную операцию следует настоятельно рекомендовать при прохождении ТО. (для НН соответственно  $L_{ТО} = 13\,000$  км).

### ***Библиографический список***

1. Кузьмин, Н.А. Техническая эксплуатация автомобилей: нормирование и управление: учебное пособие вузов / Н.А. Кузьмин. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014. - 224 с.
2. Кузьмин, Н.А. Теоретические основы обеспечения работоспособности автомобилей: учебное пособие вузов / Н.А. Кузьмин. – М.: ФОРУМ, 2014. - 272 с.
3. Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту автомобиля Datsun on-DO/mi-DO – 1,6 Light Weight Euro5 2WD 5MT / Спб.: «ООО Ниссан Мэнупактуринг РУС», 2017 - 149 с.

УДК 621.431

МИННБАЕВА Е.Н., КОНОВАЛОВА Е.С., РОЧЕВ Л.С., КУЗЬМИН А.Н.

### **ПРЕИМУЩЕСТВА ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время в мире наблюдается ускоренный рост автомобильного парка. В начале XXI века эксплуатировалось более 700 млн автомобилей, по прогнозам к 2035 году мировой автопарк увеличится до 3 млрд автомобилей.

Кроме достоинств автомобилизации имеются и ее недостатки. Автомобильный транспорт является самым массовым источником загрязнения окружающей среды. В большинстве

развитых стран мира на его долю приходится от 50 до 60 % в общем объеме выбросов, а в крупных городах этот показатель составляет от 80 до 90 % и более. Один автомобиль ежегодно поглощает из атмосферы в среднем более 4 тонн кислорода, выбрасывая при этом с отработанными газами примерно 800 кг угарного газа, 40 кг оксидов азота и почти 200 кг различных углеводородов.

Быстрый рост количества автомобильного транспорта приводит к необходимости пересмотра традиционных подходов к использованию нефти как к основного и стабильного источника получения моторных топлив и поиску их заменителей. В России, как и во всем мире, таким перспективным автомобильным топливом считается газомоторное топливо.

Газомоторное топливо сегодня является альтернативным видом по отношению к традиционным, активно используется в ряде стран и успешно конкурирует с бензином и дизелем. К газовому моторному топливу относят сжиженный природный газ (СПГ), компримированный природный газ (КПГ), сжиженные углеводородные газы (СУГ), водород и т.д. Природный газ, основную часть которого составляет метан (92..98%), на сегодняшний день является самым перспективным газовым топливом для автомобилей (табл. 1).

На сегодняшний день ГМТ используют в 85 странах мира. Мировой парк газомоторных автомобилей с 2000 года увеличился более чем в три раза. В настоящее время на КПГ работают 14,7 млн автомобилей, что составляет 1,5 % от мирового парка (900 млн ед.). В последние годы мировой парк автомобилей, работающих на природном газе, увеличивается на 25–30 % в год. Россия занимает 20-е место в мире по объему потребления КПГ на автотранспорте (страны-лидеры – Китай и Иран).

Накопленный в Российской Федерации опыт эксплуатации транспортных средств, работающих на компримированном природном газовом топливе, показал, что, по сравнению с нефтяным топливом, использование газомоторного топлива в 2–3 раза увеличивает срок службы моторного масла, свечей зажигания на 40 %; моторесурса двигателя и его межремонтный пробег на 35–40 %, при этом не образуется нагар на поршнях, клапанах и свечах зажигания.

Согласно Распоряжению Правительства РФ от 27.11.2021 №3363-р к 2030 году доля автопарка с двигателями на альтернативных видах топлива должна составлять минимум 49%.

**Таблица 1**

**Распределение подвижного состава автомобильного транспорта по видам газомоторного топлива**

Вид ТС	СПГ (%)	КПГ (%)	СУГ (%)
Легковые автомобили	88	9	0
Малотоннажные грузовые автомобили	5	50	0
Грузовые автомобили	1	19	10
Автобусы	22	22	3

Важным фактором использования газового моторного топлива является его экологичность и конкурентоспособность России относительно других видов топлива.

Недостатками в России в полном масштабе использования альтернативных видов топлива отсутствие инфраструктуры и прочной законодательной базы в данной области.

Поддержание в работоспособном состоянии двигателя, работающего на ГМТ, обеспечивается:

- в эксплуатации – соблюдением правил использования, технического обслуживания и ремонта (согласно нормативно-технической документации);
- в производстве – совершенствовании технологии изготовления.

К эксплуатационным методам обеспечения надежности системы относят нормирование технических воздействий при ТО и Р, позволяющие обеспечить высокий уровень надежности ДВС, работающего на ГМТ в эксплуатации при минимальных материальных и трудовых затратах.

Значительную долю всех отказов ДВС, работающих на ГМТ, составляет выход из строя ГБЦ и редуктора ГБО вследствие повышенных температур.

Компримированный природный газ (КПГ) и сжиженный природный газ (СПГ) стоят существенно дешевле традиционных видов топлива, но для их повсеместного распространения требуется развитая заправочная инфраструктура, субсидирование, постоянный рост числа автомобилей на газу, включая коммерческий, для которого эксплуатационный экономический эффект вследствие более низкой стоимости будет наиболее существенным.

### ***Библиографический список***

1. Экология транспорта и устойчивое развитие : учебник / Под общ. ред. И.В. Карапетянц, Е.И. Павловой. М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019. 370 с. ISBN 978-5-907055-72-8.
2. Моржаретто И. Автотранспорт на газе: экологичный, экономичный, безопасный. Почему его так мало в России? // ТАСС. 9 окт. 2019. URL: <https://tass.ru/opinions/6974728> (дата обращения: 12.02.2021).
3. РД 03112194-1095-03. Руководство по организации эксплуатации газобаллонных автомобилей, работающих на компримированном природном газе
4. [http://snipov.net/database/c\\_4294956066\\_doc\\_4293849279.html](http://snipov.net/database/c_4294956066_doc_4293849279.html) (дата обращения: 03.04.2022).
5. Корчажкин, М.Г. Совершенствование нормативов технической эксплуатации городских автобусов / М.Г. Корчажкин, Н.А. Кузьмин, А.Д. Кустиков. – Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2012, №4 (97). – с. 168-174.
6. Кузьмин, Н.А. Теория эксплуатационных свойств автомобилей: учеб.пособие / Н.А. Кузьмин, В.И. Песков. – М.: Форум; ИНФРА-М, 2013. – 256 с.
7. Филькин, Н.М. Гибридный автомобиль: учебное пособие / Н.М. Филькин, В.А. Умняшкин, Р.С. Музафаров – Москва: ИНФРА-М, 2016. – 239 с.
8. Миннбаева Е.Н. Особенности использования газомоторного топлива на автомобильном транспорте в России / Коновалова Е.С., Корчажкин М.Г. -Будущее технической науки, 2022. – с. 226-228.
9. <http://hmrn.ru/raion/turizm/primenenie-prirodnogo-gaza-v-kachestve-motornogo-topliva/preimushchestva-gaza-v-kachestve-topliva-dlya-avtomobiley.php>

УДК 621.431

МИННБАЕВА Е.Н., КОНОВАЛОВА Е.С., КОРЧАЖКИН М.Г.

### **ОСОБЕННОСТИ ПОТОКА ОТКАЗОВ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОБУСОВ, РАБОТАЮЩИХ НА ГАЗОМОТОРНОМ ТОПЛИВЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Городской общественный транспорт имеет неоспоримо важное значение в жизни современных агломераций, при этом составляя затратную часть бюджетов муниципалитетов. Затраты на поддержание городских автобусов в работоспособном состоянии имеют большой удельный вес в общей сумме затрат транспортных предприятий.

Особенностью проводимого исследования является его объект – двигатели городских автобусов, работающих на газомоторном топливе (ГМТ). К основным видам ГМТ относятся:

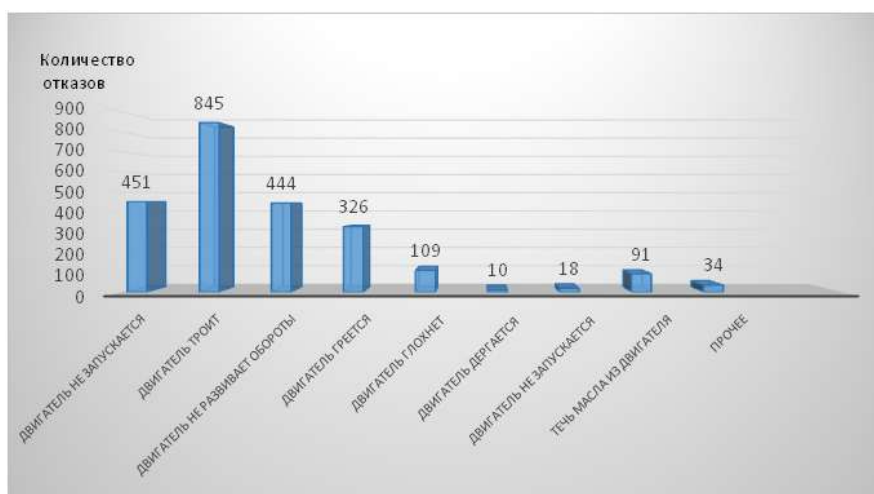
- сжиженный природный газ (СПГ);
- компримированный природный газ (КПГ);
- сжиженные углеводородные газы (СУГ);
- водород и т.д.

Применение ГМТ положительно влияет на окружающую среду. Также использование ГМТ дает экономический эффект в расходе топлива, то есть снижает затраты на него. Однако опыт эксплуатации автобусов на ГМТ выявил и ряд проблем, анализу которых посвящена данная статья. В долгосрочном периоде эксплуатации автомобилей на ГМТ появляются различные проблемы с надежностью отдельных элементов ДВС из-за повышенных температур.

Для оценки характеров отказов двигателей, работающих на ГМТ производился сбор статистических сведений относительно интенсивности эксплуатации, количества отказов систем и узлов автомобилей на предприятии. Статистические данные были предоставлены по 240 автобусам ЛиАЗ, в виде электронного журнала. Данный электронный журнал представляет собой набор не систематизированных записей по отказам и неисправностям двигателей автобусов (рис. 1).

**Рис. 1. Фрагмент журнала неисправностей автобусов ЛиАЗ**

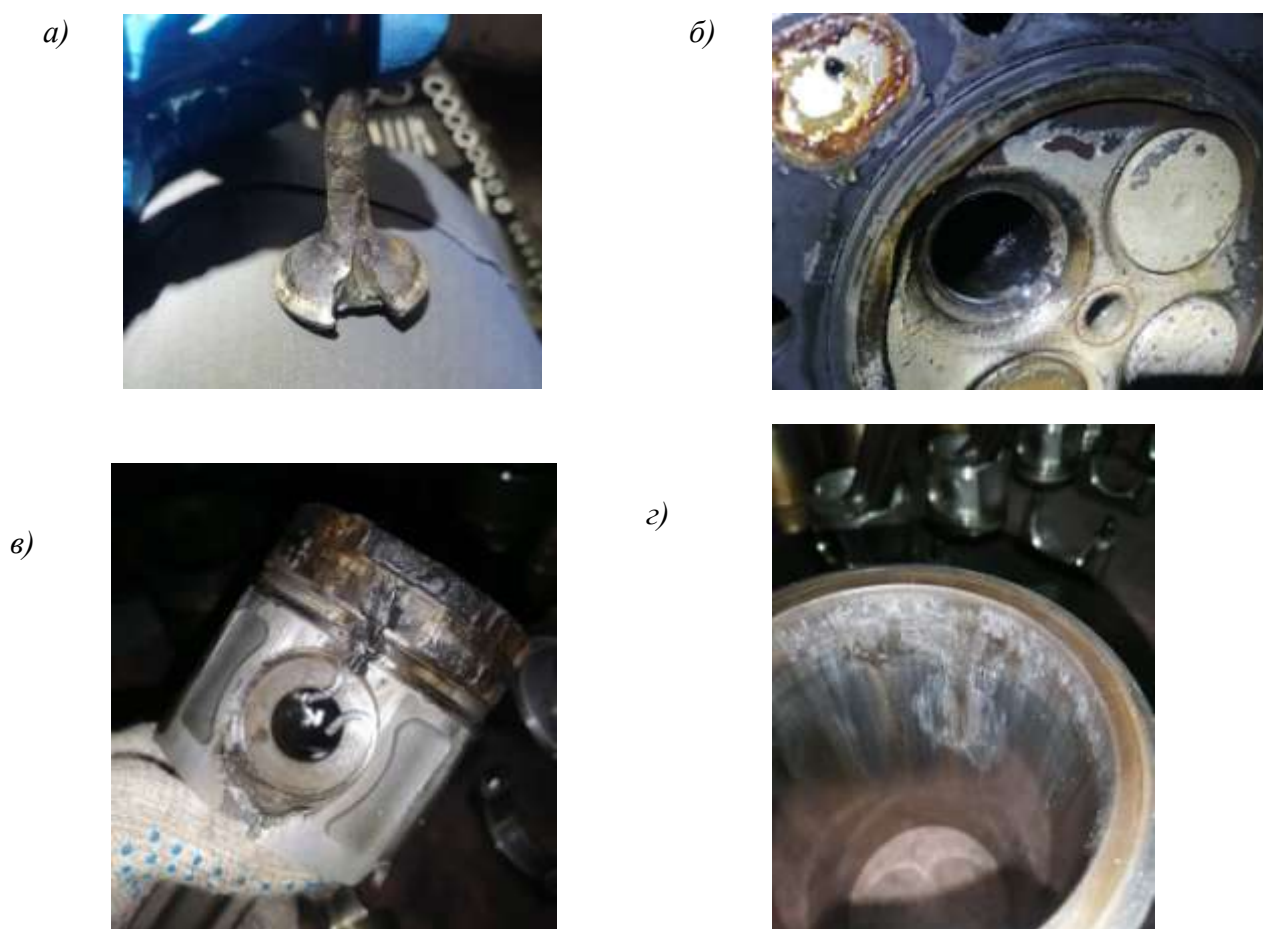
В электронном журнале содержится информация по всем отказам и неисправностям автобусов ЛиАЗ за период с 2020 по 2022 год. Помимо этого, в нем содержатся данные о марке автобуса, его гаражный номер, дата случая и время, наименование неисправности и системы (следует отметить, что наименование неисправностей и систем в журнал записывались со слов водителя), в которой произошел отказ или неисправность. Отказы двигателей были проанализированы по видам (рис. 2).



**Рис. 2. Диаграмма распределения отказов двигателей автобусов ЛиАЗ**



Характеры отказов отдельных элементов двигателей городских автобусов ЛиАЗ, работающих на ГМТ указывает на их повышенный температурный режим (рис. 3).



**Рис. 3. Виды отказов двигателей автобусов ЛиАЗ, работающих на ГМТ**

По результатам проведенной работы выявлено, что на двигатели городских автобусов, работающих на ГМТ, приходится значительная доля отказов. Среди отказов двигателей отмечено наличие температурных отказов элементов ГРМ и КШМ. Собранную информацию необходимо обработать для построения статистических моделей надежности.

#### ***Библиографический список:***

1. Экология транспорта и устойчивое развитие : учебник / Под общ. ред. И.В. Карапетянц, Е.И. Павловой. М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019. 370 с. ISBN 978-5-907055-72-8.
2. Моржаретто И. Автотранспорт на газе: экологичный, экономичный, безопасный. Почему его так мало в России? // ТАСС. 9 окт. 2019. URL: <https://tass.ru/opinions/6974728> (дата обращения: 12.02.2021).
3. РД 03112194-1095-03. Руководство по организации эксплуатации газобаллонных автомобилей, работающих на сжатом природном газе
4. [http://snipov.net/database/c\\_4294956066\\_doc\\_4293849279.html](http://snipov.net/database/c_4294956066_doc_4293849279.html) (дата обращения: 03.04.2022).
5. Корчажкин, М.Г. Совершенствование нормативов технической эксплуатации городских автобусов / М.Г. Корчажкин, Н.А. Кузьмин, А.Д. Кустиков. – Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2012, №4 (97). – с. 168-174.
6. Кузьмин, Н.А. Теория эксплуатационных свойств автомобилей: учеб.пособие / Н.А. Кузьмин, В.И. Песков. – М.: Форум; ИНФРА-М, 2013. – 256 с.

7. Филькин, Н.М. Гибридный автомобиль: учебное пособие / Н.М. Филькин, В.А. Умняшкин, Р.С. Музафаров – Москва: ИНФРА-М, 2016. – 239 с.

УДК 623.437.442

МИХАЛЮК Г.Ю., КОРЧАЖКИН М.Г., БЕРДНИКОВ Л.А., РОЧЕВ Л.С.

### **ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ФИЛЬТРОВ ГРУБОЙ ОЧИСТКИ МАСЛА НА БЕЗОТКАЗНОСТЬ РАБОТЫ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ЯМЗ 651.10.**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Безотказность – это свойство автомобиля или его конструктивных элементов непрерывно сохранять работоспособность в течение определенного времени или пробега. Безотказность, наряду с другими эксплуатационными свойствами, определяет эффективность использования автомобилей и зависит от множества факторов, таких как своевременное обслуживание автомобиля и его элементов с использованием качественных комплектующих, условия эксплуатации, навыки управления данным автомобилем и др.

Для коммерческого автомобильного транспорта безотказность является одним из важнейших свойств, так как частые непрогнозируемые отказы влекут за собой дополнительные расходы на эвакуацию и ремонт автотранспорта, упущенную выгоду из-за несовершенной транспортной работы, а также административные и уголовные преследования, ведь нередко отказы элементов автомобиля становятся причинами дорожно-транспортных происшествий. Важнейшую роль в безотказности работы автомобиля играет качество запасных частей и комплектующих, с которыми, в последние десятилетия наблюдаются существенные проблемы. По данным агентства «Деловой профиль» и ТИАР-центра в 2020 году доля контрафактных запасных частей на российском сегменте рынка составляла 31% с прогнозируемым приростом не менее 3% в год. Установка такого рода запасных частей может повлечь не только отказ непосредственно самой запасной части, но и повреждение сопутствующих элементов, а так – же отказ в гарантийных обязательствах заводом – изготовителем транспортного средства. В данной статье рассмотрено вредное воздействие низкокачественных запасных частей на ресурс дизельного двигателя ЯМЗ 651.10 автомобиля МАЗ 5440В9.



**Рис. 1. Дизельный двигатель ЯМЗ 651.10 и седельный тягач маз 5440В9**

## Технические характеристики двигателя ЯМЗ 651.10

Производитель	Автодизель, ПАО
Мощность (л.с)	412
Мощность кВт	303
Номинальная частота вращения, мин-1	1900
Максимальный крутящий момент, Н•м	1911
Частота вращения при максимальном крутящем моменте, мин-1	1200-1400
Минимальный удельный расход топлива, г/(кВт•ч) / г/(л.с.•ч)	193 (142)
Габаритные размеры, мм (ДхШхВ)	1286 / 935 / 1126
Генератор, модель	d1760160-a297-11e3-a5fb-d37558d86130
ТНВД	fafd05c5-1778-11e6-b633-f10afb436576
Электронный блок управления (ЭБУ)	994bafef-4c2d-11e3-a4b1-bb98bd1f9c3b
Экологический класс	Euro-4
Ресурс до капитального ремонта, тыс. км пробега ТС	1000
Количество цилиндров	6
Масса, кг	1030
Максимальный крутящий момент, кгс•м	195
Расположение цилиндров	L6
Заявленный ресурс	15000 м/ч или 1000000 км.
Страна производства	Россия

Седельный тягач МАЗ 5440В9 2016 г.в с двигателем ЯМЗ 651.10 использовался в организации для перевозки грузов по Нижегородской области, а также для дальних поездок по регионам Российской Федерации. Пробег до наступления ремонта 423860 км или 42,4% от заявленного заводом изготовителем ресурса. На данном пробеге в одном из рейсов произошел резкий подъем температуры двигателя выше допустимой (82-92 С) с последующим заклиниванием коленчатого вала.



**Рис.2** Задиры на поверхности гильзы цилиндра, задиры на поршне, срыв втулки шатуна, сгоревшие уплотнительные кольца гильзы цилиндра ЯМЗ 651.10

В процессе анализа произошедшего в ремонтной зоне предприятия был произведен разбор двигателя тягача с целью установления причин его выхода из строя. При сливе технологических жидкостей обнаружено наличие охлаждающей жидкости в картере ДВС (5л), а при дальнейшем разборе ДВС выявлены задиры и следы прихвата на гильзе и поршне второ-

го цилиндра, прихват и проворот втулки шатуна второго цилиндра, задиры на шатунных вкладышах второго цилиндра, а так же срыв гильзы второго цилиндра с уплотнительных колец в блоке ДВС (место прорыва охлаждающей жидкости в картер ДВС).

В поисках причины произошедшего был произведен детальный осмотр системы охлаждения и системы смазки двигателя. В системе охлаждения не было обнаружено каких – либо дефектов, а срыв уплотнительных колец гильзы являлся, по всей видимости, следствием заклинивания поршня второго цилиндра в гильзе. В дальнейшем, при осмотре составляющих системы смазки двигателя, производилась продувка сжатым воздухом (давление 4 атм) каналов и комплектующих системы смазки, которая выявила полную непроходимость форсунки охлаждения и смазки поршня второго цилиндра. Внутри форсунки был обнаружен посторонний предмет.



**Рис. 3. Форсунка охлаждения поршня (слева). Посторонний предмет, затруднявший прокачку масла через форсунку (справа)**

Система смазки дизельного двигателя ЯМЗ 651.10 устроена следующим образом: масло из картера двигателя забирается масляным насосом через мелкую сетку маслозаборника, затем проходит через 2 фильтра грубой очистки масла, далее подается в каналы блока двигателя и ГБЦ, на сливе с которых установлен центробежный фильтр тонкой очистки масла, после прохождения которого масло снова попадает в картер ДВС. Сопоставление внешнего вида постороннего предмета и внешнего вида прокладок и уплотнительных колец двигателя из ремонтного комплекта позволяет с уверенностью утверждать, что предмет не является фрагментом какой – либо прокладки двигателя. Осмотр ячеек сетки маслозаборника также подтвердил невозможность прохода через нее фрагмента такого размера, а это значит, что данный фрагмент возник где – то по пути следования масла в двигателе, после маслозаборника и фильтров грубой очистки масла. Далее было принято решение произвести контрольный распил фильтров грубой очистки масла, результат которого представлен на рисунке 4.



**Рис.4. Фильтр грубой очистки масла производства ООО «Костромское предприятие «Автофильтр». Состояние внутренней части фильтрующего элемента**

В результате распила фильтрующего элемента было выявлено нарушение целостности клеевого состава, фиксирующего бумажный элемент в корпусе фильтра. По структуре и внешнему виду клея становится понятно, что посторонний предмет в форсунке охлаждения второго цилиндра является участком клеевого состава фильтра грубой очистки масла.

Фильтрующие элементы производства «Автофильтр» в количестве 2 шт были приобретены впервые, как рекомендованные для установки на двигатели ЯМЗ 650-653 и Renault MIDR 06.23 (первоначальная версия данного двигателя) взамен оригинальных элементов MANN-filter, отсутствовавших в тот момент у поставщиков. Во время замены масла, как и ранее, было использовано масло Aimol Turbo Diesel 10w40 от официального дилера. Данное масло соответствует стандарту масел Renault VI RLD-2, применяемых в двигателях грузовых автомобилей Renault стандарта ЕВРО-4 с системой EGR, а также в аналогичных двигателях завода ЯМЗ. Многолетний опыт использования, и тот факт, что масло из данной партии было залито в другие двигатели автомобилей организации, позволяет с уверенностью заявить, что выход из строя двигателя произошел из-за разрушения клеевого состава фильтра грубой очистки масла. Возможно, фильтр является контрафактным или в процессе его производства была грубо нарушена технология.

Таким образом, на примере данного двигателя можно понять, насколько важно использование качественных запасных частей при ремонте и обслуживании автомобилей. Всего одна недорогая деталь может снизить ресурс двигателя почти на 60%, привести к дорогостоящему ремонту и повлечь за собой убытки, связанные с простоем техники.

#### ***Библиографический список:***

1. **Кузьмин, Н.А** Техническая эксплуатация автомобилей: закономерности изменения работоспособности: учебное пособие / Н.А. Кузьмин. – М. : ФОРУМ, 2016. – 224 с. – (Высшее образование).
2. **Группа ГАЗ «Силовые агрегаты».** Двигатель ЯМЗ 651. Руководство по ремонту 651.10.01. / ОАО «Автодизель». : ООО «Силовые агрегаты – Группа ГАЗ», 2012. – 154 с.
3. **ОАО «Минский автомобильный завод»** Автомобили Маз с двигателями ЯМЗ экологического уровня ЕВРО – 4,5: руководство по эксплуатации / А.А Романов, К.Л Иванов, коллектив специалистов управления главного конструктора ОАО «МАЗ». : ОАО «МАЗ», 2019. – 488 с.
4. [ **Электронный источник доступа** ] - <https://klaxonnew.ru/rynok-avtozapchastej-v-rossii-57869/>
5. [ **Электронный источник доступа** ] - <https://superoil.ru/masla/motornye-masla/aimol-turbo-x-plus-10w-40-205-1-polusinteticheskoe-dizelnoe-motornoe-maslo/>

УДК 628.4.037

МОРЕНОВ А.Д.

### **ВЛИЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексева

Автомобильный транспорт имеет важнейшее значение для функционирования общественного производства и жизни людей. При этом он является одним из главных глобальных источников загрязнения окружающей среды. На автомобили приходится до 60–80 % загрязнения окружающей среды, а в районах наибольшего количества людей (густонаселённых районах, курортных городах, вдоль автомагистралей и т. д.) — до 90–95 %. При эксплуатации транспортных средств образуется значительное количество отходов, из них наибольшая

опасность приходится на изношенные автомобильные шины, которые представляют сложность при их сборе и утилизации.

Каучуковая резина содержит серу и перекиси, которая при контакте с другими материалами оставляет токсичные следы, например, образуя у металла коррозию или плохо действуя на другие материалы. Резина имеет неприятный запах, и запах этот часто люди относят к некачественным изделиям, которыми пользуются. В основном неприятный материал токсичен, поэтому если пользоваться изделиями с сильным токсичным запахом не нужно, лучше от них избавиться или подобрать замену изделию, которая будет сделана из другого материала.

На химических предприятиях, на которых выпускают резиновые изделия запах очень вреден. Часто от него не спасают средства индивидуальной защиты (СИЗ) и система вентиляции воздуха. Поэтому, по статистике Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), сотрудники этих предприятий имеют риск получить онкологические заболевания по сравнению с жителями города, которые не работают в данной отрасли, порядка в 8 раз больше. Помимо онкологии, люди рискуют также получить заболевания дыхательной системы и системы кровообращения. Так же в России было отмечено, что дети, родители которых работают на химических предприятиях по выпуску резиновой продукции, чаще болеют аллергическими заболеваниями. Поэтому можно утверждать, что токсичность резиновых покрышек очень велика.

Автомобильные шины представляют собой серьёзную экологическую проблему по нескольким направлениям:

- вещества, которые используются при производстве, переработке и утилизации шин являются крайне токсичными для человека и окружающей среды;
- легкая воспламеняемость шин, к тому же воспламенение их очень трудно ликвидировать
- очень много территории занято свалками шин, увеличивается количество незаконного сброса шин
- нагромождение покрышек на свалках приводит к тому, что находясь под действием других отходов, они сжимаются и отскакивают с огромной силой, из-за этого участились случаи травм и смерти среди рабочих
- шины задерживают влагу, что привлекает переносчиков разных опасных вирусов.

Основным способом обращения с изношенными шинами является их сжигание. Меньшую часть шин перерабатывают пиролизом или механической обработкой, которые влекут большие затраты. Пиролиз лома изношенных шин сложен тем, что каучуки плохо проводят тепло и деградация макромолекул требует большое количество энергии. Наиболее популярным методом пиролиза является вращающаяся печь, в которой отходы должны находиться в течение 20 минут или более. Наличие больших градиентов температуры внутри вращающихся печей приводит к разнообразному набору веществ. Горение изношенных автомобильных шин несёт опасность для окружающей среды, поскольку в результате этого процесса получаются на выходе вещества первого-третьего классов опасности: бенз(а)пирен, бифенил, свинец, полициклические ароматические углеводороды, бутадиев, стирол, диоксин, фуран, антрацен, флуорентан, пирен и другие. Бифенил и бенз(а)пирен являются сильнейшими канцерогенами, поэтому их наличие свидетельствует о серьёзной угрозе окружающей среде и здоровью человека. Бифенил в соответствии с согласованной классификацией и маркировкой, утверждённой Европейским союзом, является очень токсичным для водных существ, в том числе с долгосрочными последствиями, вызывает серьёзное раздражение глаз, кожи и может вызвать раздражение органов дыхания.

Опасности подвергаются продавцы магазинов и работники складов, помещений, где реализуются и хранятся изделия из резины. К этой группе риска так же можно отнести сотрудников шиномонтажных организаций. Статистика подтверждает выводы ученых, что смертность от различных болезней у сотрудников предприятий по выпуску резиновой продукции выше, чем в среднем по России. Разным формам онкологических заболеваний подвержены работники хим. предприятий - рак желудка и печени, легких и крови. Раком легких

чаще болят рабочие, сталкивающиеся с воздействием на организм вулканизационных газов.

В ходе исследований можно сделать вывод о том, что объём выбросов вредных веществ, попадающих в окружающую среду в результате изготовления, переработки, утилизации и износа автомобильных шин (в течение срока эксплуатации) вызывает серьёзную обеспокоенность, а значит проблема негативного влияния автомобильных шин актуальна и требует незамедлительного решения на высоком уровне.

### ***Библиографический список:***

1. Третьяков О. Б. Воздействие шин на окружающую среду и человека / О. Б. Третьяков, В. А. Корнев, Л. В. Кривошеева. — М.: Нефтехимпром, 2006. — 154 с.
2. Тарасова Т. Ф. Экологическое значения и решение проблемы переработки изношенных автошин / Т. Ф. Тарасова, Д. И. Чапалда // Вестник ОГУ. — Т. 2. Естественные и технические науки. — 2006. — № 2. — С. 130–135.
3. Ученые пояснили, когда становятся опасны старые автомобильные шины : сайт / URL : <https://rg.ru/2022/07/06/reg-pfo/v-pfo-uchenye-poiasnili-kogda-stanoviatsia-opasny-starye-avtomobilnye-shiny.html> (дата обращения 20.12.2022)

УДК 62-192

НАСЕННИК Н.Г. КУЗЬМИН Н.А.

## **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАСХОД ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ И МАТЕРИАЛОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Потребность в запасных частях возрастает при снижении надежности автомобилей. Поэтому для поддержания в технически исправном состоянии автомобилей с высокой и низкой надежностью необходимо разное количество запчастей.

В свою очередь, надежность зависит от пробега автомобиля с начала эксплуатации. По мере его увеличения наблюдается расширение в несколько раз номенклатуры запасных частей, расходуемых на поддержание работоспособности автомобиля. Уже на третьем году эксплуатации эта номенклатура в 2-3 раза больше, чем в первый год, что обусловлено выходом из строя большего количества деталей по мере старения автомобиля.

Наличие на АТП разномарочного парка автомобилей, имеющих различную надежность, а именно это имеет место на практике, значительно осложняет МТО.

Развитие автомобилестроения характеризуется постоянным улучшением технико-экономических показателей автомобилей. Достигается это в основном за счет усложнения конструкции и, следовательно, увеличения номенклатуры конструктивных элементов. Соответственно увеличивается и номенклатура необходимых запчастей.

Одним из способов сокращения номенклатуры конструктивных элементов автомобилей является их унификация.

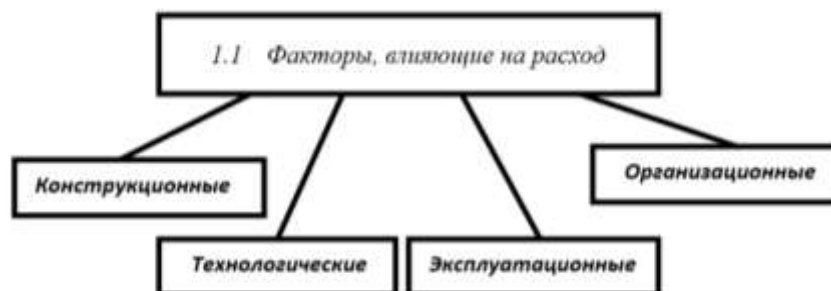
В число эксплуатационных факторов, влияющих на расход запчастей, входят: интенсивность эксплуатации, квалификация водителя, транспортные, дорожные и природно-климатические условия. Чем выше интенсивность эксплуатации автомобилей и ниже квалификация водителя, тем больше при прочих равных условиях расход запасных частей.

С ухудшением дорожных и природно-климатических условий также происходит существенное увеличение расхода запчастей.

В числе технологических факторов наибольшее влияние на потребность в запчастях оказывает качество ТО и ремонта автомобилей. Чем оно ниже, тем больше отказов и тем больше деталей требуется для поддержания парка в технически исправном состоянии. Низкое качество используемых запчастей и материалов сказывается аналогичным образом.

Организационные факторы также заметно влияют на потребность в запчастях. Чем меньше моделей автомобилей в парке АТП и чем меньше их средний возраст, тем меньше запчастей необходимо иметь в наличии.

Все факторы, влияющие на расход запасных частей и материалов, подразделяются на четыре группы: конструкционные, технологические, эксплуатационные и организационные, как представлено на рис. 1. Все указанные факторы включают в себя несколько наименований.



**Рис. 1. Факторы, влияющие на расход запасных частей и материалов**

**Конструкционные** факторы:

- Уровень надежности: потребность в запасных частях возрастает при понижении уровня надежности;
- Уровень сложности конструкции: постоянное увеличение технико-экономических показателей автомобилей вызывает усложнение конструкции, что приводит к увеличению номенклатуры запасных частей, а значит, усложняет МТО;
- Уровень унификации: при повышенной унификации номенклатура не увеличивается, МТО упрощается.

**Технологические** факторы:

- Качество ТО и ремонта;
- Качество запасных частей;
- Качество эксплуатационных материалов.

**Эксплуатационные** факторы:

- Пробег и интенсивность эксплуатации: расход запасных частей существенно зависит от пробега; затраты на запасные части при пробегах, близких к ресурсу до КР, в пять и более раз превышают начальные затраты, при этом расширяется номенклатура запасных частей.
- Квалификация водителя;
- Условия эксплуатации автомобиля.

**Организационные** факторы:

- Структура парка: наличие в АТП разномарочных автомобилей усложняет МТО;
- Уровень организации работы производственно-технических служб автопредприятий.

Для правильной организации МТО потребность в запасных частях необходимо рассчитывать на основе средних показателей надежности КЭ автомобилей. При отсутствии данных в основу следует брать данные отраслевых норм. Для уточнения прогноза необходимых запасных частей требуется корректирование единых норм согласно Положению.



Определить нормы расхода запасной части «шаровой опоры», автомобиля ВАЗ 2190 «Гранта». Годовой пробег автомобиля  $L_r = 47000$ , ресурс до замены  $L_1 = 85000$ , коэффициент полноты восстановления ресурса  $\eta = 0,9$ , срок службы автомобиля  $t_a = 5$ , средняя наработка до отказа  $x = 60000$ , среднее квадратическое отклонение  $\sigma = 1000$ , категория условий эксплуатации – II. Произвести необходимую корректировку.

1. По числу замен за срок службы  $t_a = 5$  лет:

$$H_2 = \frac{100}{\eta} \left( \frac{L_r}{L_1} - \frac{1}{t_a} \right) = \frac{100}{0,9} \left( \frac{47000}{85000} - \frac{1}{5} \right) = 39,22 \approx 40 \text{ деталей на 100 автомобилей в год.}$$

Примерно такое же влияние оказывают и другие факторы: любое их ухудшение сразу же приводит к увеличению затрат на запасные части.

Таким образом, организация материально-технического обеспечения зависит от большого количества внешних и внутренних факторов и определение потребности в запасных частях необходимо осуществлять с их учетом. Однако это сделать достаточно сложно, поскольку все эти факторы действуют по-разному, имеют вариацию по времени, а зачастую механизм их влияния слабо изучен, а то и неизвестен. Поэтому определение потребности в запасных частях  $i$ -го наименования ведется по среднестатистическим нормам, которые согласно «Положению о ТО и ремонте...» корректируются:

$$N_i = N_{ni} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \quad (1)$$

где  $N_{ni}$  - среднестатистическая норма расхода запасных частей  $i$ -го наименования деталей на 100 автомобилей в год;

$k_1, k_2, k_3$  - коэффициенты корректировки расхода запасных частей в зависимости соответственно от категории условий эксплуатации, модификации подвижного состава и природно-климатических условий.

Произведём расчет для разных регионов, чтобы сравнить как влияет климатические условия на расход запчастей.

Для Нижегородской области:

- $k_1 - 0,9$ ,
- $k_2 - 1$ ,
- $k_3 - 1$ ,
- $N_i = 40 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 = 36$ .

Для Сахалинской области. (С высокой агрессивностью окружающей среды).

- $k_1 - 0,9$ ,
- $k_2 - 1$ ,
- $k_3 - 1,1$ ,
- $N_i = 40 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1,1 = 39,6$ , увеличилось.

Владельцы СДКМ, СТО и ремонтных мастерских при планировании своей деятельности могут определять потребность в запасных частях по формуле (1), а в случае отсутствия номенклатурных норм — по фактическому расходу деталей за предыдущие периоды или приобретать их на рынке по потребности.

### **Библиографический список:**

1. Кузьмин, Н.А. Процессы и закономерности изменения технического состояния автомобилей в эксплуатации: учебное пособие / Н. А. Кузьмин; Нижегород. гос. тех. ун-т. Нижний Новгород, 2002. - 142 с.

2. Кузьмин, Н.А. Совершенствование системы корректирования нормативов технической эксплуатации двигателей автобусов / Н.А. Кузьмин, М.Г. Корчажкин // Автомобильный транспорт. – 2004. – №5. – С. 49-51.
3. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. Утратило силу на основании приказа Минтранса России от 31 августа 2020 года N 344
4. Автомобили LADA GRANTA 2190. Каталог деталей и сборочных единиц/ Сабанов Ю.В., Батищева З.В., Кашина О.Е., Никитина Г.А., Овчинникова Н.В., Ступина Н.А., Яковлев А.В.; –Художники: Скребенков В.К., Ермолин В.Ф., Карамаликов В.Л., Карамаликова Т.Г. – Тольятти, 2011.- 226 с.

УДК 62-1/-9

НОЗДРИН А.А., БЕРДНИКОВ Л.А., РОЧЕВ Л.С.

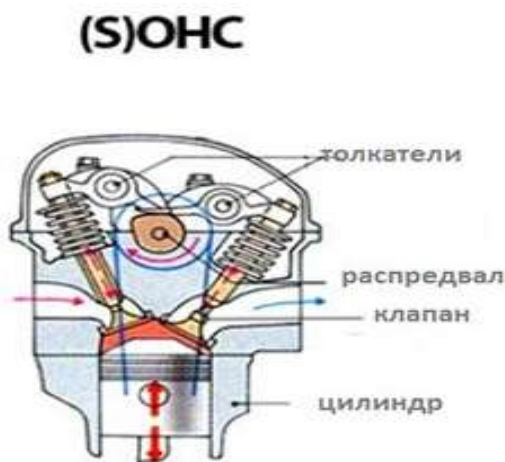
## ОТЛИЧИЕ СИСТЕМ МЕХАНИЗМА ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ DOHC И SOHC В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева

Газораспределительный механизм — механизм своевременного распределения впуска горючей смеси и выпуска отработавших газов в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания. Осуществляется путём открытия и закрытия впускных и выпускных клапанов цилиндров, имеющих привод от распределительного вала (распредвала) и кулачкового механизма. Распредвал имеет жёсткую синхронизацию вращения с коленвалом, реализованную с помощью шестерёнчатой, зубчаторемённой или цепной передачи.

### **Single Over Head Camshaft (единый верхний распредвал)**

В двигателе с системой SOHC распределительный вал установлен в головке цилиндров, а клапаны управляются либо коромыслами, либо непосредственно через подъемники (роке-ра).



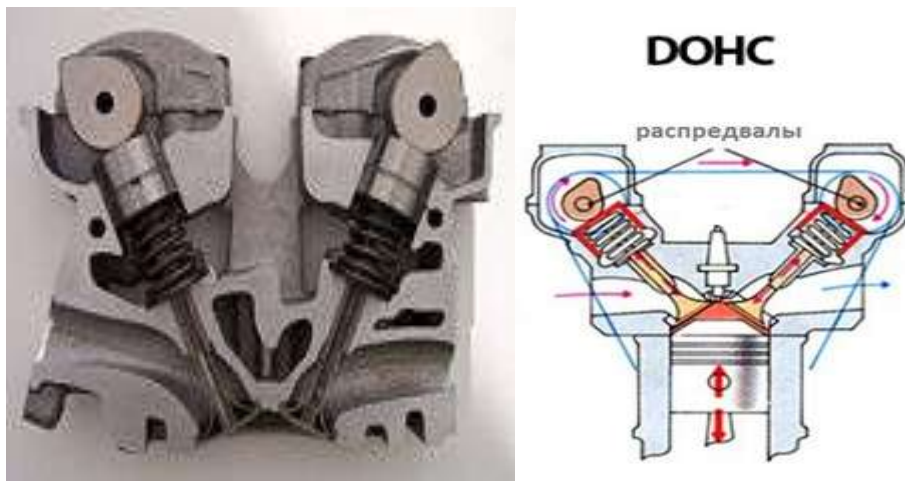
**Рис. 1.**

Основным преимуществом конструкции является то, что клапаны работают почти непосредственно с помощью распределительного вала, что упрощает сохранение точного времени при более высоких оборотах. Также есть возможность для установки трех или четырёх клапанов на цилиндр. Компонка представляет собой верхнее расположение распредвала (в головке блока цилиндров), а также несколько вариантов расположения клапанов:

- Приводом клапанов коромыслами клапана расположены по бокам от распредвала (обычно, Vобразно), приводятся в движение насаженными на общую ось коромыслами, которые кулачки вала толкают с одного конца, а другой приводит в движение стержни клапанов;
- Приводом клапанов рычагами - распредвал над расположенными в ряд клапанами, приводит их посредством рычагов, опирающихся на шаровую опору, толкая их кулачками примерно посередине; минус — повышенная шумность, высокие нагрузки в месте контакта кулачков вала и рычагов, сложная регулировка клапанного зазора.
- Приводом клапанов толкателями - очень простой механизм с минимальной инерцией деталей, в котором распредвал расположен прямо над клапанами, расположенными тарелками вниз, и приводит их в движение через цилиндрические толкатели; минус - меньшая эластичность характеристики двигателя, сложная регулировка клапанного зазора.

**DOHC (Double OverHead Camshaft) – система газораспределения двигателя, оснащенная механизмом с двумя распределительными валами.**

Двигатель DOHC имеет два распределительных вала. Один распределительный вал управляет впускными клапанами, которые установлены с одной стороны, а другой распределительный вал управляет выпускными клапанами на противоположной стороне. Благодаря конструкции DOHC распределительные валы могут быть установлены отдельно друг от друга. Это позволяет впускным клапанам находиться под большим углом от выпускных клапанов, что приводит к более прямому потоку воздуха через двигатель с меньшим сопротивлением.



**Рис. 2.**

Двигатель DOHC (два верхних распредвала) является усовершенствованной версией SOHC, благодаря наличию двух распредвалов получилось увеличить количество клапанов на цилиндр, на данный момент используется два типа компоновки:

- два клапана на цилиндр — расположение клапанов параллельно друг другу, на каждую сторону по одному валу;
- четыре и более клапанов на цилиндр — клапана установлены параллельно, на один вал 4-х цилиндрового мотора может приходиться от 2 до 3 клапанов. В DOHC-моторах с четырехклапанным цилиндром каждый распределительный вал приводит в действие свой ряд клапанов. Первый распредвал запускает впускные клапана – (2 шт.), а второй распредвал – выпускные клапаны (2 шт.).

Наиболее широкое распространение получили моторы DOHC благодаря возможности отдельно настроить фазы впуска и выпуска, а также увеличения количества клапанов без перегрузки на кулачки.

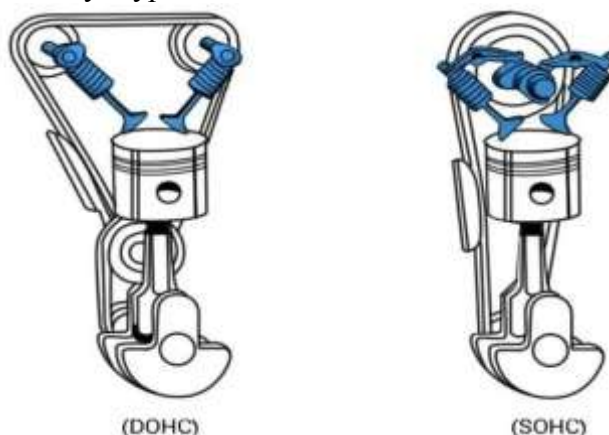
#### **Преимущества системы DOHC**

- топливная экономичность;
- высокая мощность относительно других компоновок;
- более высокая надежность;

- меньший шум работы за счет применения гидрокомпенсаторов.
- более точная установка фаз ГРМ

#### **Недостатки системы DOHC**

- больше изнашиваемых деталей — дороже обслуживание и ремонт;
- риск рассинхронизации фаз из-за расслабления цепи или ремня ГРМ;
- чувствительность к качеству и уровню масла.



**Рис. 3.**

#### **Преимущества системы SOHC**

- простая конструкция и низкая стоимость;
- более легкая регулировка;
- использование ременной передачи в системе способствует более низкому шуму.

#### **Недостатки системы SOHC**

- ненадежность ременной передачи, при обрыве которой повреждения могут получить не только элементы системы, но и сам двигатель;
- повышенный расход топлива при относительно небольшом КПД двигателя;
- необходимость регулярного осмотра и профилактики.

#### ***Библиографический список:***

1. Механизм газораспределения автомобильного двигателя: Кинематика и динамика. Корчемный Л.В.
2. Энциклопедия Академик - <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/746678#ОHC>
3. Механизм газораспределения ДВС. Конструкция, кинематика, динамика и расчет. Васильев А.В., Шмаков С.В.

УДК 629.331

НИКОЛЬСКИЙ Г.Д., КОРЧАЖКИН М.Г., ЛЕЛИОВСКИЙ К.Я.

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЯГОВО-СКОРОСТНЫХ И ТОПЛИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЯ С АВТОМАТИЧЕСКОЙ И МЕХАНИЧЕСКОЙ КОРОБКОЙ ПЕРЕДАЧ**

МБОУ СОШ №33, г. Н. Новгород

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью работы являлось проведение сравнительного анализа тягово-скоростных свойств и топливно-экономических характеристик автомобиля Лада "Granta" с двумя различными типами трансмиссии. Анализ проводился по методике, изложенной в учебном по-

собию "Курсовые работы по теории автомобиля" [1]. Исходные характеристики автомобиля, необходимые для расчётов, были взяты с официального сайта дилера Лада "Granta" - салона "ТЕМП АВТО" [2].

В ходе работы были построены графики топливной экономичности автомобиля (см. рис. 1, 2), графики пути (рис. 3, 4) и времени разгона (рис. 5, 6) для автомобиля с механической и автоматической трансмиссией.

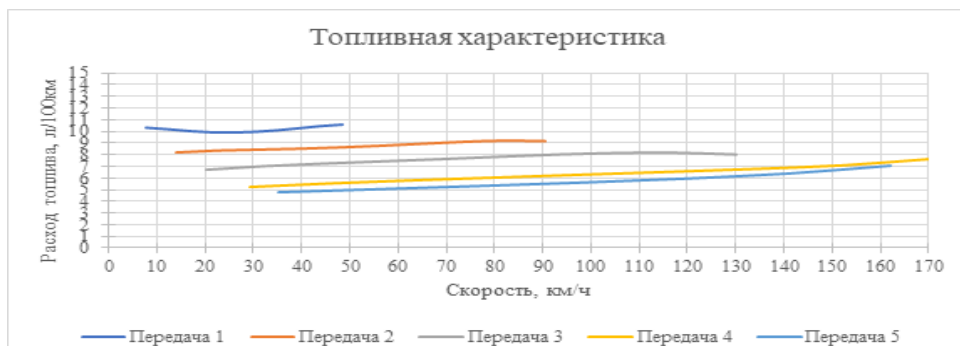


Рис. 1. График топливной экономичности для автомобиля с МКПП

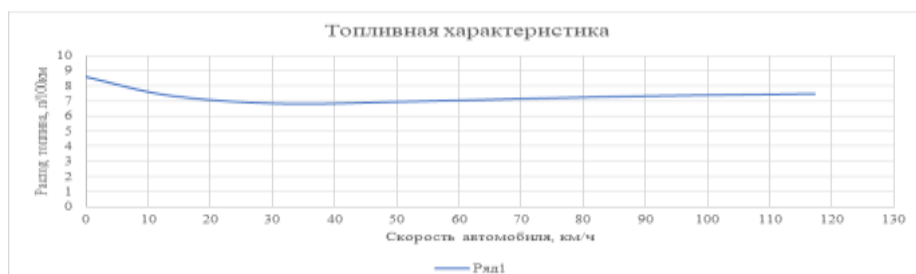


Рис. 2. График топливной экономичности для автомобиля с АКПП

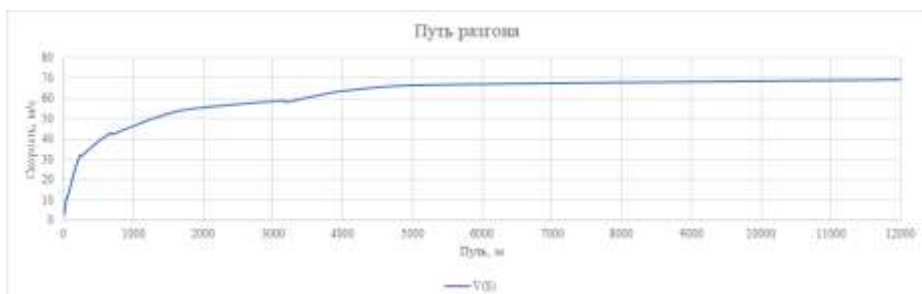


Рис. 3. График пути разгона автомобиля с МКПП

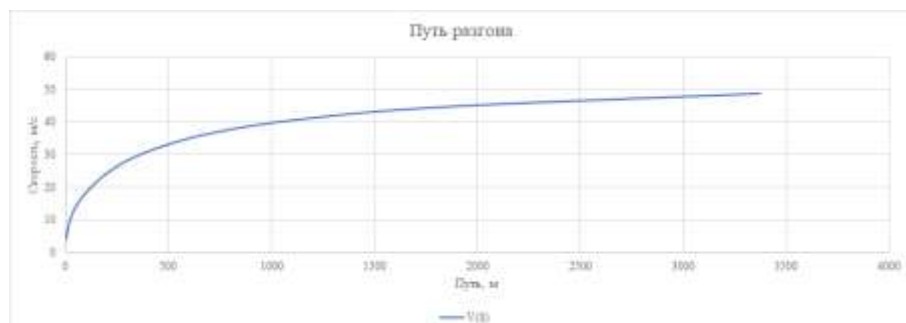
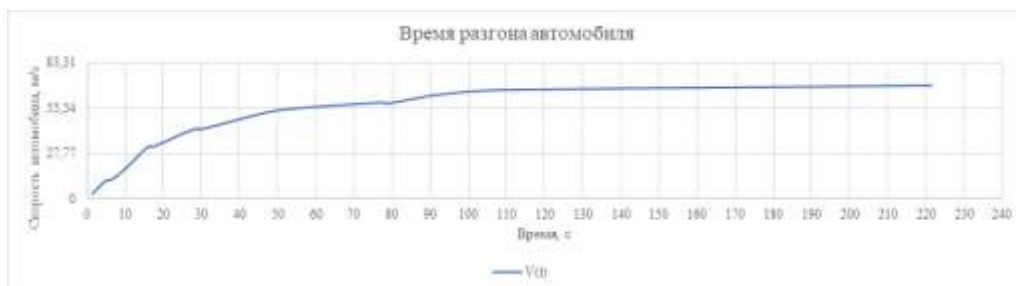
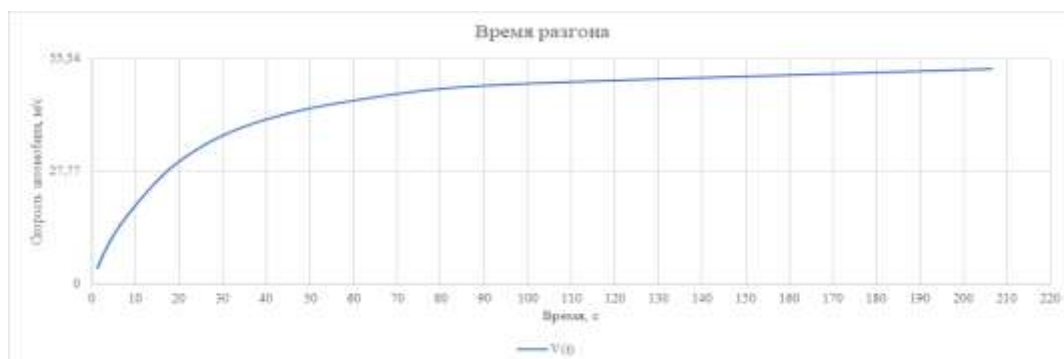


Рис. 4. График пути разгона автомобиля с АКПП



**Рис. 5. График времени разгона автомобиля с МКПП**



**Рис. 6. График времени разгона автомобиля с АКПП**

Искомые характеристики автомобиля, полученные в результате проведенных расчетов, были сняты с построенных графиков и обобщены (табл. 1).

**Таблица 1**  
**Обобщенные характеристики автомобилей с механической и автоматической трансмиссией**

Источник данных / Показатель	Расчётные данные	Паспортные данные	Данные владельцев
Расход топлива, л/100км	МКПП – 6,9 АКПП – 8,1	6,7 7,9	6,8 7,8
Время разгона до 100 км/ч, с	МКПП – 14 АКПП – 17	14 17	13 16
Время разгона на пути 1000 м, с	МКПП – 40 АКПП - 55	42 52	40 60

На основе данных, полученных при анализе, была определена зависимость указанных показателей автомобиля от типа трансмиссии – автомобиль с автоматической трансмиссией проигрывает автомобилю с механической как по тягово-скоростным свойствам, так и по топливно-экономическим характеристикам. Также были предложены возможные пути усовершенствования автоматической трансмиссии Лада "Granta" – корректировка передаточных чисел имеющихся передач и/или добавление пятой ступени.

#### **Библиографический список**

1. Кравец В. Н. Курсовые работы по теории автомобиля. Ч. 1. НГТУ им. Р.Е. Алексева. - Нижний Новгород, 2019. - 294 с.

УДК 656.073.7

БУХОВА М.А., КОРЧАЖКИН М.Г., БЕРДНИКОВ Л. А.

## **ВНЕДРЕНИЕ СТАНДАРТА ISO 39001 ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТНЫМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Повышение безопасности дорожного движения при перевозке опасных грузов (далее ОГ) является неотъемлемой и стратегической задачей транспортной политики. В настоящее время перевозка опасных грузов в Российской Федерации (РФ) регламентируется исключительно нормативным документом, а именно, Европейским соглашением о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ). В соответствии с ним, перевозку ОГ можно разделить на 2 сектора это: перевозка опасных грузов и перевозка особо опасных грузов, которая требует определённых условий при транспортировке и упаковке.

В 2012 году стандарт ISO 39001 (Системы управления безопасностью дорожного движения) представил руководство по обеспечению безопасности, направленное на снижение дорожно-транспортных происшествий, в соответствии с системами управления качеством (ISO 9000).

Требования ISO 39001 определяют стандарты управления для снижения транспортного риска. В данной интерпретации риск, в следствии перевозки (возникающий при перевозке) ОГ, подразумевает собой особую угрозу, которая требует стратегий и инструментов для снижения уровня риска различных сфер жизни, таких как жизнь и здоровье людей, животных, окружающей среды, материальных ценностей.

Как известно в РФ отсутствует нормативно – правовая база, поддерживающая сектор перевозчиков ОГ в плане тактического и оперативного планирования. Косвенно к такому документу можно отнести паспорта безопасности перевозимых веществ, которые регламентируют действия в случае аварии или чрезвычайной ситуации (ЧС). Это пункты паспортов безопасности веществ под номерами: 4. Меры первой помощи; 5. Меры и средства обеспечения пожаровзрывобезопасности; 6. Меры по предотвращению и ликвидации аварий и ЧС; 13. Рекомендации по удалению отходов.

Также не выявлена чёткая закономерность между загруженностью дорог и частотой дорожно–транспортных происшествий (ДТП). Статистика из официальных источников по данному разделу не публикуется к открытому доступу.

Следует отметить, что применение компаниями на практике стандарта ISO является дополнительным преимуществом при перевозке опасных грузов.

Внедрение ISO может помочь компаниям, осуществляющим деятельность в сфере перевозки ОГ, применять соответствующие стратегии для предотвращения несчастных случаев, смягчения последствий и проверки эффективности и действенности принятых контрмер. Кроме того, использование стандарта ISO подразумевает экономические выгоды, такие как снижения затрат на страхование (для персонала и транспортных средств), повышения профессионального имиджа компаний и подтверждения ответственности во время судебных процессов.

Для компаний, оказывающих услуги по перевозке ОГ, стандарт ISO может использоваться как инструмент для повышения безопасности и качества транспортных услуг.

Рассмотрим отдельно дорожно–транспортные происшествия. ДТП можно разделить на столкновения между ТС, а именно лобовые, лобово–боковые, боковые столкновения, столк-

новения сзади и со стоящими ТС. Также ДТП с участием одного ТС (например, занос) и с участием пешеходов.

Следует отметить, что погодные условия являются негативным фактором, который повышает вероятность ошибки человека и влияет на потерю управления ТС (например, режим холостого хода зимой). Однако возникновение ситуаций, провоцирующих ДТП зависит от транспортного потока, характеристик дороги и человеческого фактора в стрессовых ситуациях. Приведённые факторы различаются как в пределах одной страны (характеристики дороги), соответственно так и в разных странах (человеческий фактор).

«Например, статистические данные, опубликованные ISTAT (Итальянский национальный институт статистики) в 2014 году, показывают, что в Италии столкновения между транспортными средствами составляют 72% дорожно-транспортных происшествий против 28% аварий одиночных транспортных средств».

Перевозка ОГ строго регламентируется правилами ДОПОГ, это говорит о том, что при проведении анализа причин, повлёкших ДТП с участием ОГ, необходимо учитывать где и при каких условиях эти грузы перевозятся, где находятся по отношению к водителю.

Как известно, ДОПОГ четко описывает требования к системе безопасности ТС, а именно к тормозным системам и системе АБС (ТОМ 2, п. 6.3). Также следует отметить, что грузы сектора ОГ транспортируются со скоростными ограничениями.

ОГ транспортируются в регламентированных упаковках, автоцистернах или контейнерах-цистернах, которые должны соответствовать техническим требованиям ДОПОГ, соответствующим опасности материала с точки зрения устойчивости к нагрузкам. Следовательно, утечка ОГ может произойти либо как следствие технической неисправности упаковки, элемента полуприцепа, контейнера, либо при ударе с большей удельной энергией (энергия на единицу массы), достаточной для функциональной потери упаковки. В итоге, аварии можно разделить на: технологический отказ или удар, равный или превышающий предел прочности упаковки.

Технологические неисправности относятся в основном к механическими или технологическими факторам, обеспечивающими локализацию и безопасность перевозки. Например, автоцистерны (или контейнеры-цистерны) имеют технологические системы, такие как датчики температуры и/или давления (работающие для систем мониторинга для проверки состояния опасных материалов во время транспортировки), и механические компоненты (такие как пароотводы, люки и крышки), выпускные клапаны, предохранительные клапаны и т. д.). Обычно это стандартные элементы, соответствующие техническим нормам, надёжность которых можно использовать в качестве исходных данных.

При этом тара или упаковка проходит определённые испытания, например, испытание на падение, на герметичность, на внутреннее давление, на штабелирование.

Следовательно, вероятность идентификации утечки ОГ при транспортировке можно классифицировать как:

- 1) столкновения транспортных средств (с другим транспортным средством во время движения);
- 2) ДТП как одиночное - наезд ТС (с посторонним предметом, в т.ч. стоящее ТС; опрокидывание)
- 3) технические неисправности (на ТС; на упаковке, автоцистерне, цистерне)
- 4) прочие (непредвиденные события).

К пункту 4 относятся непредвиденные обстоятельства. Поскольку возникновение ДТП сильно эмпирично, ввиду значительного воздействия человеческого фактора.

Исходя из перечисленного, следует рассмотреть преимущества и возможности применения стандарта на практике.

Стандарт рекомендует организациям идентифицировать, т.е. определять, промежуточные факторы безопасности, перечисленные далее.

1. Учёт конструкции дорог и технических характеристик, безопасную скорость особенно при разделении обочин и конструкций пересечений;



2. Передвижение ТС соответствующего типа, отвечающего классификации автомобильной дороги, типу перевозимого груза или оборудования.
3. Использование водителями ремней безопасности, детских удерживающих устройств, защитных шлемов для других участников дорожного движения, а также средств для улучшения видимости ТС и минимизации количества слепых зон.
4. Передвижение с рекомендованной скоростью движения, принимая во внимание технические характеристики ТС и характер перевозимого груза, также принимая во внимание состояние автомобильных дорог, интенсивность транспортного потока и погодные условия.
5. Степень концентрации водителей при непрерывном нахождении за рулём, т.е. адекватность восприятия ситуаций с учётом усталости или отвлечения внимания, а также управление ТС в состоянии алкогольного, наркотического или иного токсического опьянения.
6. Планирование рейса, а именно учёт количества остановок, протяжённость маршрута, характеристик дорог и погодных условий, контроль времени работы водителей.
7. Обеспечение безопасности водителя, защита других участников движения, возможность исключения ДТП и смягчения последствий, а именно должное техническое состояние ТС, контроль нагрузок на оси, а также надёжность крепления груза.
8. Наличие свидетельства ДОПОГ и соответствующих разрешений у водителя о допуске к перевозке ОГ.
9. Постоянный мониторинг за состоянием ТС у перевозчика и списание непригодных единиц, также отстранения от работы водителей, замеченных за систематическими нарушениями правил ПДД, а также результатов медицинских осмотров.
10. Своевременное реагирование перевозчика на ДТП и оказание первой помощи, готовность к оказанию медицинской помощи, а также послеаварийное восстановление и реабилитация.

Координация участников БДД. Разработка и внедрение в сектор ОГ единой платформы для взаимодействия по горизонтали и вертикали различных подразделений организаций и структур, как государственных, так и общественных для совершенствования системы БДД.

Готовность к чрезвычайным ситуациям и реагирование на них. Стандарт ISO не предусматривает рекомендации по данному пункту. К данной рекомендации следует отнести разработку организациями нормативной базы по устранению ЧС и регламент действий сотрудников при возникновении ЧС.

Расследование дорожно-транспортных происшествий с тяжёлыми последствиями и других дорожно-транспортных инцидентов, связанных с дорожным движением.

Расследование ДТП служит серьёзным инструментом предотвращения повторения и выявления возможностей совершенствования действий водителей и технических характеристик ТС. Также следует принимать во внимание, что расследования стоит использовать как средство для повышения осведомлённости в организации. Чёткая структура политики и критериев ДТП, которые классифицируются как значительные/серьёзные, и то, как они расследуются, гарантируют согласующиеся методы расследования. Для обеспечения уверенности в том, что вышестоящее руководство всегда информируется о серьёзных происшествиях, рекомендуется процедура эскалации.

Проведение ежегодных аудитов в организациях, оказывающих услуги в секторе ОГ. Данная практика включает систематические аудиты, проводимые один раз в год или в тех случаях, когда ситуация в организациях меняется. Такие аудиты показывают, в какой мере организация соответствует собственной системе БДД и стандарту ISO.

Следует отметить, что ISO 39001 является добровольным стандартом. Продвижение данного стандарта в секторе перевозок ОГ означает предоставление инструмента, для повышения конкурентоспособности в дополнение к правильному обучению персонала.

**Библиографический список:**

1. ДОПОГ. Европейское соглашение о дорожной перевозке опасных грузов. Том I [Электронный ресурс] - [https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/adr/adr2011/Russian/Volume\\_I.pdf](https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/adr/adr2011/Russian/Volume_I.pdf)
2. ДОПОГ. Европейское соглашение о дорожной перевозке опасных грузов. Том II [Электронный ресурс] - [https://rosavtotransport.ru/netcat\\_files/15/54/20190101\\_ADR\\_2019\\_vol2\\_R.pdf](https://rosavtotransport.ru/netcat_files/15/54/20190101_ADR_2019_vol2_R.pdf)
3. НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ (БДД). ТРЕБОВАНИЯ И РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ. Road traffic safety (RTS) management systems. Requirements with guidance for use ISO 39001:2012. Road traffic safety (RTS) management systems - Requirements with guidance for use (IDT) ГОСТ Р ИСО 39001-2014 [Электронный ресурс] - [645e8fb25ed176a1c5ab2e40fe582efb.pdf](https://www.gost.ru/standarts/1/645e8fb25ed176a1c5ab2e40fe582efb.pdf)
4. A risk assessment for road transportation of dangerous goods: a routing solution. [Электронный ресурс] - [A risk assessment for road transportation of dangerous goods a routing solution. .pdf](#)

УДК 656.132

ПАРШАКОВА К.А., ГАСАНОВА А.В., ЯКУНИН Н.Н., ЯКУНИНА Н.В.

**ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЧКИ БЕЗУБЫТОЧНОСТИ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗКИ ПАССАЖИРОВ ПО МАРШРУТАМ ГОРОДСКИХ РЕГУЛЯРНЫХ ПЕРЕВОЗОК**

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Городские маршрутные перевозки – неотъемлемая часть хозяйственного оборота: сбой интервала и графика движения может привести к нарушению работы производства и торговли.

Основной задачей пассажирского транспорта является полное покрытие спроса населения на перемещение внутри города и за его пределами. Цель любого коммерческого предприятия – это получение и увеличение прибыли. Прибыль, формируется в результате разницы между доходом и расходом коммерческого объекта. Величина чистой прибыли будет значительно меньше величины дохода и очень часто по результатам финансовых расчетов предприятие несет убыток. Доход транспортных предприятий, осуществляющих маршрутные перевозки, складывается из транспортного тарифа и количества перевезённых пассажиров. Для определения возможной прибыли (убыли) транспортного процесса разработана модель определения точки безубыточности [1].

В упрощённом виде модель определения точки безубыточности представляет собой:

$$D_{сут} - Z_{сут} = \Delta \quad \Delta \rightarrow max. \tag{1}$$

В более развернутом виде:

$$TAR \cdot Q_{СУТ} - \frac{\sum Q_{max} \cdot T_{об}}{q \cdot 60} \cdot l_p \cdot S_{ti} = \Delta, \tag{2}$$

где TAR – тариф за проезд по маршруту, руб.;

$Q_{\text{сут}}$  – суточный пассажиропоток, пасс.;  
 $Q_{\text{max}}$  – максимальный часовой пассажиропоток, пасс.;  
 $T_{\text{об}}$  – время оборота на маршруте, ч.;  
 $q$  – пассажироместимость транспортного средства, пасс.;  
 $t_p$  – время одного рейса на маршруте, ч.;  
 $l_p$  – протяжённость одного рейса на маршруте, км.;  
 $S_{\text{тi}}$  – себестоимость 1 км пробега по маршруту, руб..

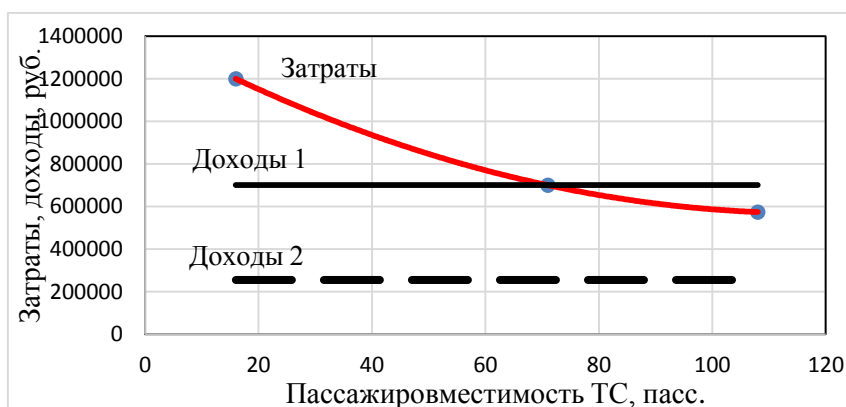
Из представленных формул видно, что объём прибыли напрямую зависит от величины тарифа и суточного пассажиропотока [2]. В свою очередь, размер часового пассажиропотока будет оказывать влияние на интервал движения и количество транспортных средств на маршруте заданной марки и модели.

В графической интерпретации зависимость может иметь один из следующих видов:

На рис. 1 представлен график зависимости затрат перевозчика за работу на маршруте от пассажироместимости транспортных средств, доходы от перевозки пассажиров при заданном пассажиропотоке, график имеет два варианта:

Вариант 1 предполагает, что точка пересечения графика «Затраты» и графика «Доходы 1» является точкой безубыточности транспортного процесса, при этом максимальная прибыль возможна при использовании ТС пассажироместимость которых выше 100 пасс.

Вариант 2 предполагает, что график «Доходы 2» не имеет точек пересечения с графиком «Затраты», в таком случае все перевозчики имеют убыток при заданном транспортном тарифе, наименьший убыток при этом несут перевозчики с использованием ТС пассажироместимость которых выше 100 пасс.



**Рис. 1. График зависимости затрат перевозчика за работу на маршруте от пассажироместимости транспортных средств, доходы от перевозки пассажиров при заданном пассажиропотоке**

Тема обоснования технологических показателей городских регулярных пассажирских перевозок автомобильным транспортом по параметру безубыточности имеет высокую актуальность. Из представленного графика видно, что, работу транспортных средств на маршруте необходимо организовать таким образом, чтобы достичь максимальной эффективности транспортного процесса.

### *Библиографический список*

- 1 Якунина, Н.В. Постановка задачи повышения эффективности городских пассажирских перевозок автомобильным транспортом / Н.В. Якунина, Н.Н. Якунин, Ш.М. Минатуллаев // Прогрессивные технологии в транспортных системах Оренбург, 11–13 ноября 2021 года. – Оренбург – С. 598-605.
2. Матанцева, О. Ю. Особенности тарифного регулирования на автомобильном транспорте, отраженные в проекте федерального закона «Об автомобильном транспорте и автотранс-

УДК 629.113.004

ПОЗДЕЕВА А.Д., КУЗЬМИН Н.А.

## ПЕРИОДИЧНОСТЬ ТО АВТОМОБИЛЕЙ. МЕТОД СТАТИСТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Техническое обслуживание автомобилей (ТО) – это плановые технические работы (воздействия) с автомобилем, которые проводятся с научно-обоснованной периодичностью.

Периодичность ТО является одним из важнейших нормативов технической эксплуатации автомобилей (ТЭА) наряду с трудоемкостью ТО и ремонтом, нормами расхода запасных частей и материалов, ресурсов автомобилей и их основных агрегатов и нормами расхода горюче-смазочных материалов.

Периодичность ТО – это интервал времени или наработки между двумя последовательно проводимыми ТО однородными видами работ.

Существует некоторое количество различных методов определения оптимальной периодичности ТО, но наиболее известные из них – технико-экономический, по допустимому уровню безотказности, по допустимому значению и закономерности изменения параметра технического состояния, экономико-вероятностный, метод статистических испытаний. Все эти методы основаны на основных закономерностях ТЭА, результатах наблюдений и имитации случайных процессов.

Рассмотрим перечисленные методы.

### 1. Техничко-экономический метод

Суть метода заключается в определении суммарных удельных затрат на ТО и ремонт автомобиля с последующей их минимизацией, что и позволяет определить оптимальную периодичность ТО  $l_0$  (рис 1). В итоге получаем следующую формулу для целевой функции  $U$ :

$$U = C_1 + C_{II}, \quad (1)$$

где  $C_1$  – удельные затраты на ТО,  $C_{II}$  – удельные затраты на ремонт.

Удельные затраты на ТО рассчитываются по формуле:

$$C_1 = d/l, \quad (2)$$

где  $d$  – стоимость выполнения операции ТО,  $l$  – пробег автомобиля.

Удельные затраты на ремонт:

$$C_{II} = c/L, \quad (3)$$

где  $c$  – стоимость ремонтной операции,  $L$  – ресурс обслуживаемого конструкционного элемента автомобиля (агрегата, механизма, системы).

На рис. 1 символы с «х» демонстрируют этапы и результаты графического суммирования и нахождения целевой функции для произвольного пробега.

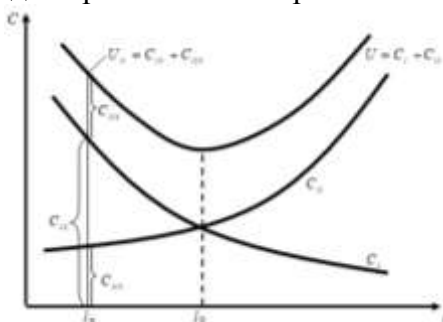


Рис. 1. Графическое определение оптимальной периодичности ТО ( $l_0$ ) технико-экономическим методом

2. Метод определения оптимальной периодичности ТО по допустимому уровню безотказности

Суть метода заключается в выборе такой оптимальной периодичности ТО  $l_0$ , при которой величина отказа  $F_D$  не превышает значения, называемого риском (рис. 2). Величина  $P_D$  – допустимая вероятность безотказной работы.

Для систем, отвечающих за безопасность движения,  $F_D = 0,02 - 0,10$  ( $P_D = 0,90 - 0,98$ ); для систем, не отвечающих за безопасность движения,  $F_D = 0,10 - 0,15$  ( $P_D = 0,85 - 0,90\%$ ).

После интегрирования и решения следующего уравнения можно определить значение  $l_0$ .

$$F_D = 1 - P_D = \int_0^{l_0} f(x) dx. \quad (4)$$

Связь между величинами  $l_0$  и  $\bar{X}$  (средняя наработка до отказа) выглядит следующим образом:

$$l_0 = \beta \bar{X}, \quad (5)$$

где  $\beta$  – коэффициент оптимальной периодичности.

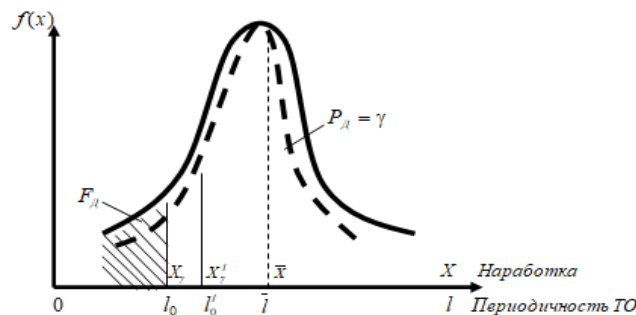


Рис. 2. Соотношение риска, допустимой вероятности безотказной работы и оптимальной периодичности ТО

3. Метод определения оптимальной периодичности ТО по допустимому значению и закономерности изменения технического состояния

Изменение определенного параметра технического состояния  $U$  автомобилей происходит по-разному (кривые 1-5 рис. 3). Пусть в среднем для исследуемых автомобилей тенденция изменения параметра характеризуется кривой 3, позволяющей определить среднюю наработку, которой соответствует средняя интенсивность изменения параметра. При этом изделия с большей интенсивностью изменения параметра технического состояния будут достигать предельного состояния  $U_d$  раньше, и, следовательно, для них при назначенной периодичности технического обслуживания, соответствующей средней наработке, будет зафиксирован отказ.

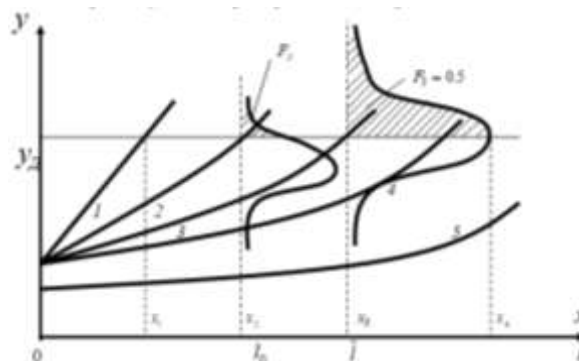


Рис. 3. К методу определения периодичности технического обслуживания по допустимому значению и закономерности изменения параметра технического состояния

Допустимая интенсивность изменения параметра технического состоянию  $a_d$  соответствует назначенному риску.

$$a_d = \mu \bar{a}, \quad (6)$$

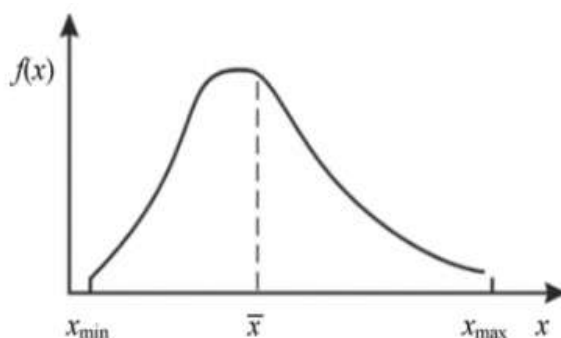
где  $\mu$  - коэффициент максимально допустимой интенсивности,  $\bar{a}$  – средняя интенсивность изменения технического состояния, получаемая из кривых распределения.

#### 4. Экономико-вероятностный метод определения оптимальной периодичности ТО

Этот метод учитывает экономические и вероятностные факторы и позволяет сравнить различные стратегии поддержания и восстановления работоспособности автомобиля.

Стратегия I предусматривает предупреждение отказов и неисправностей, восстановление исходного или близкого к нему состояния автомобиля и его узлов, агрегатов и систем. Однако теоретически отказ и неисправность могут произойти с периодичностью сколько угодно малой.

Стратегия II – устранение отказов и неисправностей по мере их возникновения, т. е. по потребности.



**Рис. 4. К методу выполнения ТО и ремонта по потребности**

Удельные затраты рассчитываются по следующей формуле:

$$C_y = \frac{C}{\bar{x}} = \frac{C}{\int_{x_{min}}^{x_{max}} x * f(x) dx}, \quad (7)$$

где  $C$  – затраты на ремонт,  $x$ ,  $x_{max}$ ,  $x_{min}$  – средняя, минимальная, максимальная наработка на отказ.

#### 5. Метод статистических испытаний при определении оптимальной периодичности ТО

Данный метод основан на моделировании (имитации) реальных процессов ТО, которые случайны. Моделирование производится на ЭВМ, поэтому объем и стоимость экспериментов и продолжительность вычислений сильно сокращается.

Схема моделирования выглядит следующим образом:

- назначить один или несколько значений периодичностей ТО и коэффициенты вариации;
- создать два массива данных: наработка на отказ  $[X]$  и периодичность ТО  $[l]$ ;
- выбирать из первого массива значение наработки до отказа  $x_i$ ;
- выбирать из второго массива периодичности ТО значение  $l_i$ , определяемое с учетом средней периодичности  $l$  и ее вариации  $V$ .

Пара чисел  $x_i$  и  $l_i$  называется реализацией. Если  $x_i < l_i$ , то фиксируется отказ, а при  $x_i \geq l_i$  – выполнение операции ТО. Если вероятность отказов при моделировании больше заданной, то уменьшают исходные данные периодичности и повторяют моделирование.

На рис. 6 изображена блок-схема метода статистических испытаний при определении оптимальной периодичности ТО единичной операции или в целом вида обслуживания. Блок-схема – это предварительный шаг автоматизации реализации данного метода, по которой в дальнейшем можно написать код для более быстрого определения оптимальной периодичности ТО.

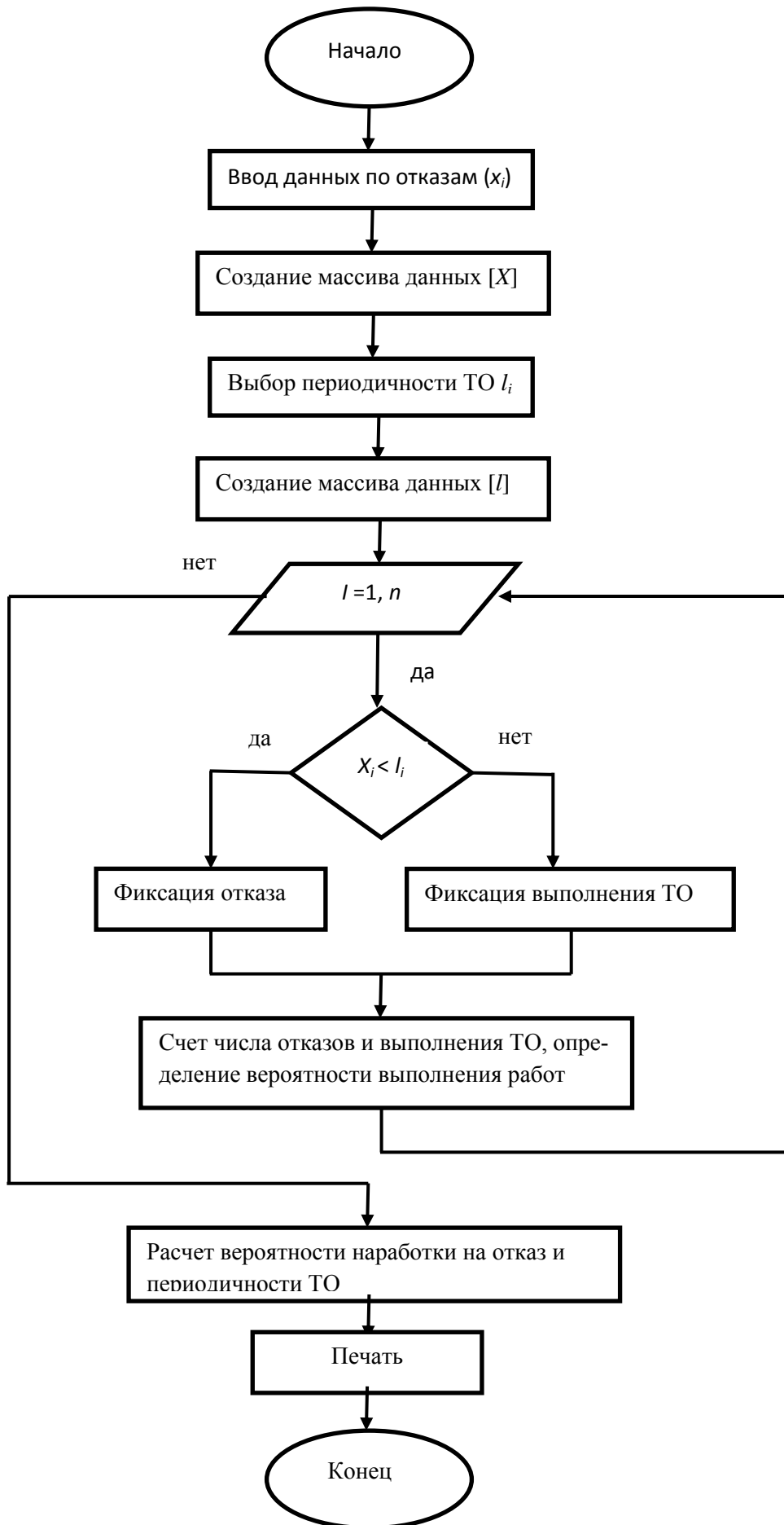


Рис. 5. Блок-схема метода статистических испытаний

Проанализировав указанные пять методов определения оптимальной периодичности ТО можно выделить следующие преимущества и недостатки (табл. 1)

**Таблица 3**

**Сводная таблица оценки методов определения оптимальной периодичности ТО**

Название метода	Преимущества	Недостатки
1. Техничко-экономический метод	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Простота</li> <li>– Универсальность</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Не учитываются потери от простоя автомобиля в ТО и ремонте</li> <li>– Нет учета вариации всех показателей</li> <li>– Нет гарантии уровня безотказности</li> </ul>
2. Метод определения оптимальной периодичности ТО по допустимому уровню безотказности	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Простота</li> <li>– Учет реальных рисков отказов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Нет учета материальных затрат на проведение ТО и ремонтов элементов автомобилей</li> </ul>
3. Метод определения оптимальной периодичности ТО по допустимому значению и закономерности изменения технического состояния	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Учет фактического технического состояния изделия</li> <li>– Возможность гарантировать заданный уровень безотказности</li> <li>– Учет вариации технического состояния</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Нет прямого учета экономических факторов: стоимостных затрат на проведение ТО</li> <li>– Трудоемкий процесс получения информации о закономерностях изменения исследуемых параметров технического состояния автомобилей</li> </ul>
Экономико-вероятностный метод определения оптимальной периодичности ТО	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Простота при очевидной потребности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Неопределенность технического состояния элементов автомобиля</li> </ul>
Метод статистических испытаний при определении оптимальной периодичности ТО	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Наименьший объем и стоимость экспериментов</li> <li>– Небольшая продолжительность вычислительного процесса</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Необходимость большой выборки по отказам элементов автомобилей одной марки, года выпуска, технического состояния</li> </ul>

**Библиографический список**

1. Лозовский Н.Т. Долговечность кузовов и кабин автомобилей: уч. пособие / Лозовский Н. Т., Корчажкин М. Г., Царева А. Д. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2018. – 93 с.
2. Хорошев Н.И., Баяндина Ю.С. Статистический метод определения оптимальной периодичности проведения технического обслуживания и ремонта электрооборудования // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 11-3. – С. 615-619;
3. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов / Е.С. Кузнецов [и др.]. – 3-е изд., – М.: Наука, 2001. – 535 с.



## АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ ПРИДОРОЖНОЙ ПОЛОСЫ УЧАСТКА ФЕДЕРАЛЬНОЙ АВТОДОРОГИ Р-336 ОРЕНБУРГ – ОРСК

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Опираясь на проведённый анализ состояния вопроса, можно сделать вывод о том, что основной проблемой влияния объектов придорожной инфраструктуры на безопасность передвижения транспортных средств является отсутствие требуемого количества и качества элементов транспортной инфраструктуры на отдельных участках автомобильных дорог общего пользования.

Совокупность объектов придорожного обслуживания, представляющих собой единую систему, позволит повысить безопасность дорожного движения, за счёт удовлетворения основных потребностей участников перевозочного процесса.

В Оренбургской области общая протяженность автомобильных дорог составляет 25,36 тыс. км, из них автодорог федерального значения – 1,306 тыс. км, местного значения – 12.356 тыс. км. Удельный вес автодорог с твердым покрытием в регионе составляет 81,5 % [1].

По территории Оренбургской области проходят автомобильные дороги федерального и межрегионального значения, представленные в таблице 1.

*Таблица 1*

### Наименования автомобильных дорог федерального и межрегионального значения Оренбургской области [2]

№	Наименование автодороги
1	М-5 «Урал Москва - Рязань - Пенза - Самара - Уфа – Челябинск»
2	М-5 «Урал», подъезд к городу Оренбург
3	Р-240 «Уфа – Оренбург» (основное направление)
4	А-300 «Самара - Большая Черниговка - граница с Республикой Казахстан»
5	Р-239 «Казань - Оренбург - Акбулак - граница с Республикой Казахстан»
6	А-305 «Оренбург - Илек - граница с Республикой Казахстан»
7	М-5 «Урал, Оренбург – Орск – Подъезд к пункту пропуска «Орск»»
8	Р-336 – «Федеральная автодорога Оренбург - Орск - Шильда - граница Челябинской области»

Автомобильные дороги должны обустриваться многофункциональными зонами дорожного сервиса. Многофункциональные зоны придорожной инфраструктуры на автомобильных дорогах — зоны комплексного обслуживания пользователей и размещения объектов дорожного сервиса, включающие места стоянки транспортных средств, зоны отдыха водителей и пассажиров, туалеты, заправочные станции, объекты общественного питания и торговли, мотели, автомобильные мойки, станции технического обслуживания и другие объекты, обеспечивающие наиболее полный пакет услуг для пользователей автомобильных дорог.

Состав комплексов включает в себя:

- автозаправочные станции, автосервис, станции техобслуживания, станции диагностики, автостоянки, магазины автозапчастей и сопутствующих товаров и организации, осуществляющие мойку автомобилей;

- придорожные гостиницы, магазины, придорожные кафе, места, оборудованные для отдыха;

- аптечные пункты и пункты медицинской помощи.

Необходимость многофункциональных зон придорожной инфраструктуры определяется функциональным назначением объектов, удовлетворяющих потребностям непосредственных участников дорожного движения.

Для примера приведён анализ участка автодороги Р-336 Оренбург - Орск. Длина дороги составляет 276 км.

По маршруту движения рассматриваемого участка автодороги расположено 21 остановочный пункт, 19 автозаправочных станций. Максимальное расстояние между автозаправками составляет 73 км. Также по маршруту движения расположено 2 общедоступные бесплатные парковки (с. Нежинка и мкр. Новый город, Орск), 2 шиномонтажные мастерские (Кувандыкский городской округ и Гайский городской округ), 1 общедоступная эстакада (Медногорский городской округ), 1 гостиница (Медногорский городской округ), 12 кафе (с. Нежинка, Беляевский район, Кувандыкский и Медногорский, Гайский, Новотроицкий городские округа, мкр. Новый город, Орск).

Проведенный анализ свидетельствует о выраженном дефиците объектов придорожной инфраструктуры, оказывающих комплекс услуг в зоне обслуживания участников дорожного движения.

По данным ГИБДД Оренбургской области дорожно-транспортные происшествия чаще всего происходят на участке автодороги Р-336 Оренбург - Орск в районе села Сара. Данные дорожно-транспортные происшествия возникают из-за неблагоприятных погодных условий особенно в зимний период времени. В связи с этим имеются предпосылки к созданию многофункционального комплекса на рассматриваемом участке автодороги, который включает в себя: гостиницы (пункты обогрева в зимний период времени), пункты питания, аптечные пункты и пункты медицинской помощи, оборудованная станция для вызова сотрудников службы спасения, автосервис с магазином автомобильных запчастей.

Результаты работы могут служить основой для дальнейших исследований, связанных с улучшением придорожной инфраструктуры на рассматриваемом участке автодороги.

### ***Библиографический список***

1. Источник: Письмо Министерства строительства, жилищно-коммунального, дорожного хозяйства и транспорта Оренбургской области от 22.07.2022 №07-07-09-511
2. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения. [Электронный ресурс]. – URL:<http://stat.gibdd.ru/>

УДК 621.431.73

ПРУЦКОВ И.Н., СМИРНОВ Д.М., КУСТИКОВ А.Д.

### **ДЕФЕКТЫ АВТОМАТИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ И КОРРЕКТИРОВАНИЕ ИХ ОБСЛУЖИВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

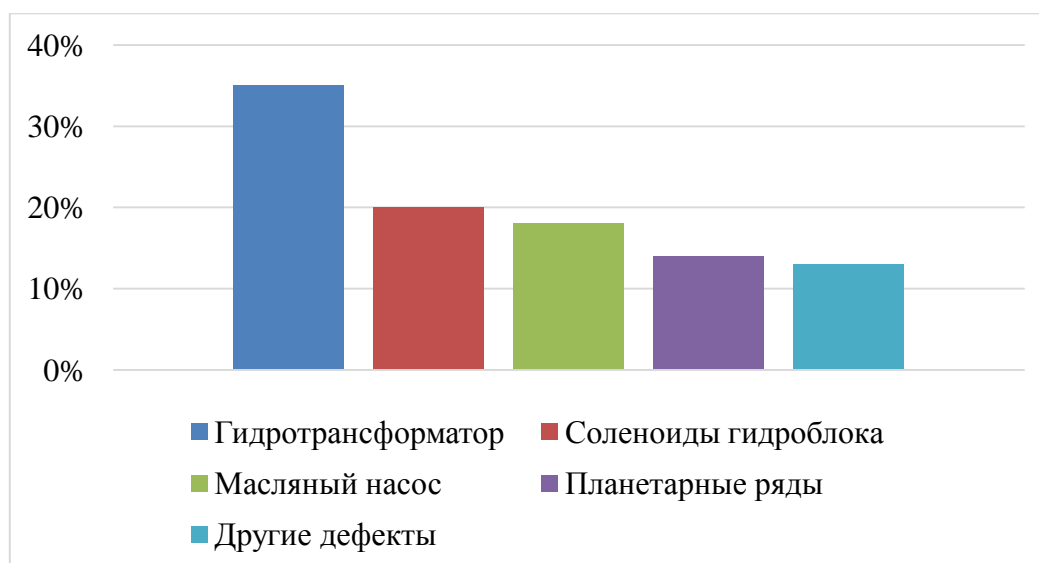
Автоматическая коробка передач (АКП) с гидротрансформатором и планетарными рядами сегодня преобладает в конструкции трансмиссий автомобилей. Широкое распространение получила 8-ступенчатая АКП ZF 8HP45 (рис. 1).



**Рис.1. АКПП ZF 8HP45**

К признакам дефектов АКПП относятся: задержки в начале движения, рывки при переключении, переключение передач при скоростях выше номинальных, отсутствие торможения двигателем.

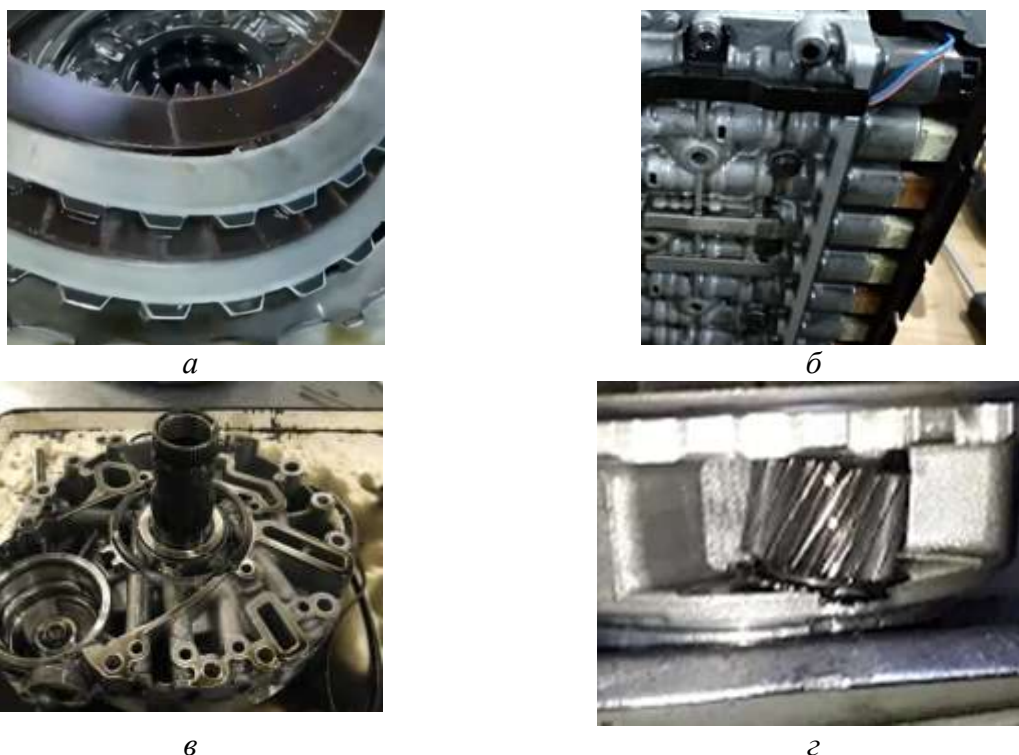
Распределение дефектов АКПП представлено на рис. 2. Выборка была сформирована на основании накопленной информации по обслуживанию автомобилей официальным дилером.



**Рис. 2. Распределение дефектов АКПП ZF 8HP45**

Наиболее распространены следующие дефекты:

- при агрессивной манере езды и несвоевременной замене масла сгорают фрикционы блокировки гидротрансформатора (рис. 3, а);
- продукты износа забивают соленоиды гидроблока (рис. 3, б);
- при неисправной блокировке гидротрансформатора от вибрации разбивает подшипник маслонасоса (рис. 3, в);
- планетарные ряды при нарушении оптимальной подачи смазки подвержены большому износу (рис. 3, г).



**Рис. 3. Дефекты АКПП ZF 8HP45:**

*а* - изношенные фрикционы блокировки гидротрансформатора, *б* - забитые соленоиды, *в* - дефект маслонасоса, *г* - Дефект планетарного ряда

С целью выяснения причин дефектов был проведен химический анализ трансмиссионного масла. В таб. 1 приведены результаты анализа пробы масла, взятого на пробеге 60 000 км из АКП автомобиля, владелец которого обратился с жалобой на небольшие рывки в начале движения.

**Таблица 1**

**Показатели свойств масла при пробеге 60 000 км BMW 320i XDRIVE F30**

<i>№</i>	<i>Наименование показателей</i>	<i>Нормы</i>	<i>Фактически</i>	<i>Методы испытаний</i>
1	Вязкость кинематическая при 40°С, мм <sup>2</sup> /с, (сСт)	23-30	35,7	ГОСТ 3900
2	Вязкость кинематическая при 100°С, мм <sup>2</sup> /с, (сСт)	7,8	7,23	ГОСТ 33
3	Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С, не ниже	175	173	ГОСТ 4333
4	Температура застывания, °С, не выше	-40	-47	ГОСТ 20287
5	Массовая доля механ. примесей, %, не более	0,23-0,29	0,31	ГОСТ 6370
6	Массовая доля воды, %, не более	отсутствие	0,0113%	ГОСТ 2477
7	Содержание водорастворимых кислот и щелочей	отсутствие	отсутствие	ГОСТ 6307

Согласно проведенному анализу, к пробегу 60 000 км масло потеряло номинальную вязкость, доля примесей превысила допустимое значение.

Для упреждения дефектов предложено сформировать выборку наработок, при которых результат анализа на вязкость был выше нормы.

Методом по допустимому уровню безотказности определена оптимальная периодичность замены масла - 61 752 км.

Для автомобилей BMW 320I XDRIVE F30 установленная заводом-изготовителем периодичность обслуживания составляет 15 000 км. С целью оптимизации рабочего времени следует проводить замену масла в АКП каждые 60 000 км, что является кратным периодичности обслуживания.

**Таблица 2**  
**Наработки с превышением допустимой вязкости**

61351	58626	62566	65795	61015
62546	59648	57892	57423	62748
62655	63984	65876	59588	59998

### *Библиографический список*

- 1. Кустиков, А.Д.** Особенности корректирования периодичности замены трансмиссионного масла городских автобусов при эксплуатации на маршрутах с подъемами / Ясенов В.В. – Отраслевой ежемесячный научно-производственный журнал «Автотранспортное предприятие». - январь 2015. – С.42 – 44.
- 2. Кустиков, А.Д.** Диагностика современных автомобилей / Кузьмин Н.А. – М: Инфра-М, Высшее образование. Магистратура, 2021. – 229с.
- 3. Кустиков, А.Д.** Повышение долго-вечности рулевых реек путем корректирования периодичности замены масла / Кузьмин Н.А., Борисов Г.В. – Оренбург: Интеллект. Инновации. Инвестиции №6, 2022. - С. 79 - 87.

УДК 629.3.083.4

САВИНОВ А.А., БЕРДНИКОВ Л.А., РОЧЕВ Л.С.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТО SCANIA G400 ПО ДОПУСТИМОМУ УРОВНЮ БЕЗОТКАЗНОСТИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

### **Технические характеристики Scania g400**

Scania G-Series – это крупнотоннажные грузовые автомобили, предназначенные для выполнения широкого спектра различных задач. Универсальность данного семейства обусловлена наличием множества конфигураций.

Грузовики способны с максимальной эффективностью выполнять какие-либо магистральные и развозные операции, так и тяжелейшие виды работ в суровых климатических и дорожных условиях.

Семейство Scania G-Series было впервые представлено широкой публике в 2007 году. Серийное производство грузовиков осуществляется также и в настоящее время, но уже с большим количеством доработок и изменений. Модели пользуются действительно очень большим спросом на многих мировых рынках, в том числе и российском.

Вид транспорта	седельное тягаче
Марка	Scania
Модель	G
Серия	G400
Модификация	13.00 (400hp)
Крутящий момент	1900 Н*м
Крутящий момент при оборотах	1200 мин <sup>-1</sup>
Мощность двигателя	400 л.с.
Мощность двигателя при оборотах	1800 мин <sup>-1</sup>
Нагрузка на переднюю ось	7500 кг
Нагрузка на седельно-сцепное устройство	13000 кг
Надув	Турбонадув
Объем двигателя	13000 см <sup>3</sup>
Объем топливного бака	600 л
Расположение цилиндров	рядное
Тип двигателя	Дизель
Тип кабины	2-х местная с 1 спальным
Топливо	Дизельное топливо
Экологический стандарт	EURO IV

Рис. 1. Технические характеристики Scania G400

Метод определения оптимальной периодичности ТО по допустимому уровню безотказности

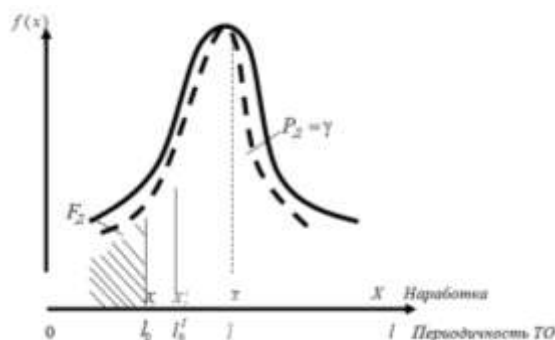
Метод определения периодичности ТО по допустимому уровню безотказности основан на выборе такой оптимальной периодичности ТО  $l_0$ , при которой вероятность отказа  $F$  однородного обслуживаемого КЭ из анализируемой *выборки* автомобилей не будет превышать установленной нормативной величины  $F_D$ , называемой *риском*. Соответственно величина  $P_D$  будет являться допустимой вероятностью безотказной работы. Суть метода проиллюстрирована на рис. 1.3. В качестве примера задано распределение отказов по нормальному закону.

Для обеспечения безотказной работы любого КЭ автомобиля должно выполняться условие

$$P(X_i \geq X_\gamma) \geq P_D = \gamma, \text{ т.е. } l_0 = X_\gamma, \quad (1)$$

где  $X_i$  – наработка до отказа КЭ автомобиля;  $X_\gamma$  – наработка, соответствующая оптимальной периодичности ТО данного КЭ автомобиля ( $\gamma$ -процентный ресурс).

Для конкретных КЭ автомобиля (агрегатов, систем, механизмов и т. д.), обеспечивающих безопасность движения, в нормативных документах принимается  $P_D = 0,90 - 0,98$  ( $F_D = 0,02 - 0,01$ ); для прочих КЭ автомобиля  $P_D = 0,85 - 0,90$  ( $F_D = 0,01 - 0,15$ ).



**Рис. 2. Соотношение риска  $F_D$ , допустимой вероятности безотказной работы  $P_D$  и оптимальной периодичности  $l_0$ :**

Оптимальное значение периодичности ТО  $l_0$  определяется в этом случае после интегрирования и решения уравнения:

$$F_D = 1 - P_D = \int_0^{l_0} f(x) dx \quad (2)$$

Определенное таким образом значение  $l_0$  всегда существенно меньше средней наработки до отказа  $\bar{X}$ , так как вероятность отказа КЭ автомобиля, равная 50%, не может считаться удовлетворительной. Величины  $l_0$  и  $\bar{X}$  связаны следующим соотношением:

$$l_0 = \beta \bar{X}, \quad (3)$$

где  $\beta$  – коэффициент рациональной периодичности проведения операции ТО. Например, при определении периодичности контроля и восстановления затяжки крепежных соединений КЭ автомобилей обычно принимается  $\beta = 0.4 \div 0.5$ .

Коэффициент  $\beta$  учитывает величину и характер вариации наработки на отказ, а также принятую допустимую вероятность безотказной работы (табл. 1.2). Из рис. 1.3 следует, что с уменьшением вариации случайной величины (наработок до отказа  $X_i$ ), при прочих равных условиях, может быть назначена большая периодичность ТО  $l_0'$ , когда условие безотказности работы КЭ (1.6) будет выполняться. В этой связи одной из главных задач ТЭА является принятие технологических и организационных мер по сокращению вариации наработки на отказ исследуемых КЭ автомобилей: повышение качества ТО и ремонта, обеспечение выполнения ТО с соблюдением строго установленных периодичностей и прочие мероприятия, обеспечивающие относительную однородность технического состояния у автомобилей парка.

**Таблица 2**  
**Изменения  $\beta$  при различных значениях допустимой вероятности безотказной работы  $P_D$  и коэффициента вариации  $v$**

$P_D$	Коэффициента вариации $v$			
	0.2	0.4	0.6	0.8
0.85	0.80	0.55	0.40	0.25
0.95	0.67	0.37	0.20	0.10

Преимуществами метода является относительная простота и учет реальных рисков отказов. Основной недостаток метода состоит в полном отсутствии учета материальных затрат на проведение ТО и ремонтов КЭ автомобилей.

Определение оптимальной периодичности ТО по допустимому уровню безотказности

Задание: определить оптимальную периодичность  $l_0$  ТО рулевого управления автомобиля Scania G-400, если даны наработки до отказа  $X_i$  (км) этого элемента у автомобилей выборки (табл. 3) и допустимая вероятность безотказной работы  $P_D = 0,95$  ( $F_D = 0,05$ ),  $N = 30$  – количество подконтрольных автомобилей.

**Таблица 3**  
**Наработки до отказа выборки автомобилей**

37710	29753	46942	104180	68045
26650	52101	44830	77363	47700
67840	66088	56738	12190	56681

60155	71392	24175	79812	85480
31660	24015	35057	45626	48874
65124	80936	78066	56400	70001

Решение:

1. Произведем статистическую оценку закона распределения данной выборки и определим ее основные статистические параметры [2].

1.1. Разбиваем весь диапазон значений наработок на отказ автомобилей выборки на интервалы:

$$I = 2 \cdot \sqrt[4]{N} = 2 \cdot \sqrt[4]{30} = 5 - \text{число интервалов} \quad (4)$$

$$\Delta X = \frac{(X_{max} - X_{min})}{I} = \frac{(104180 - 12190)}{5} \approx 21000 - \text{шаг интервала} \quad (5)$$

1.2. Производим статистическую обработку наработок до отказа и строим табл. 1.3, где  $m_i^l$  – число отказов в интервале;  $W_i^l$  – частость;  $F_i^l$  – оценка вероятности отказа;  $f_i^l$  – оценка плотности вероятности отказа;  $P_i^l$  – оценка вероятности безотказной работы;  $X_i$  – середина интервала:

$$W_i^l = \frac{m_i^l}{N} \quad (6)$$

$$W_i^l = \frac{1}{30} = 0.033$$

$$F_i^l = \frac{\sum m_i^l}{N} \quad (7)$$

$$F_i^l = \frac{1}{30} = 0.033$$

$$P_i^l = 1 - F_i^l \quad (8)$$

$$P_i^l = 1 - 0.033 = 0.967$$

$$f_i^l = \frac{\sum m_i^l}{\Delta X \cdot N} \cdot (10^{-3}) \quad (9)$$

$$f_i^l = \frac{1}{21000 \cdot 30} \cdot (10^{-3}) = 0.0014$$

**Таблица 4**  
**Статистическая обработка данных**

№ п/п	X (границы)	$X_i$	$m_i^l$	$\sum m_i^l$	$W_i^l$	$F_i^l$	$f_i^l \cdot (10^{-3})$	$P_i^l = 1 - F_i^l$
1	0 – 21000	10500	1	1	0,033	0,033	0,0014	0,967
2	21000 – 42000	31500	7	8	0,233	0,267	0,0100	0,733
3	42000 – 63000	52500	10	18	0,333	0,600	0,0143	0,400
4	63000 – 84000	73500	10	28	0,333	0,933	0,0143	0,067
5	84000 – 105000	94500	2	30	0,067	1,000	0,0029	0,000

Определяем основные оценки распределения наработок на отказ исследуемого КЭ автомобиля:

– средняя наработка до отказа (км)



$$\bar{X} = \sum_{i=1}^5 X_i \cdot W_i^I = 350 + 7350 + 17500 + 24500 + 6300 = 56000, \text{ км}$$

– дисперсия распределения:

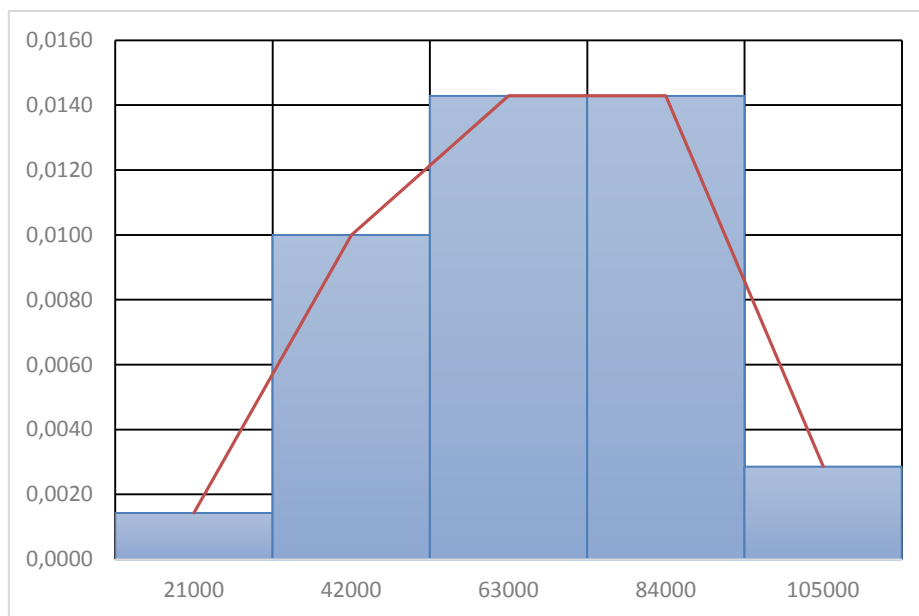
$$D = \sum_{i=1}^5 (X_i - \bar{X})^2 \cdot W_i^I = 69009333,3 + 140058333 + 4083333 + 120083333 + 98816666,7 = 414050000, \text{ км}$$

– среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации:

$$\sigma_x = \sqrt{D} = \sqrt{414050000} = 20348, \text{ км}$$

$$v = \frac{\sigma_x}{\bar{X}} = \frac{20348}{56000} = 0,363 \approx 0,4$$

1.3. Строим гистограмму плотности распределения отказов и выдвигаем гипотезу о законе распределения случайной величины  $X$ , как указано на рис. 3.



**Рис. 3. Гистограмма плотности распределения отказов**

На основании построенной гистограммы делаем предположение, что закон распределения данных наработок до отказа нормальный.

2. Проверяем соответствие опытных данных нормальному закону распределения.

2.1. Вычисляем теоретические значения параметров выборки. В качестве параметров нормального закона распределения принимаются  $\bar{X}$  и  $\sigma$ . Таким образом, опытное распределение выравниваем нормальным законом вида:

$$f(X) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}, f(X) = \frac{1}{20348 \cdot \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(10500-56000)^2}{2 \cdot 20348^2}} = 0,0016 \cdot 10^{-3}$$

$$F_i = F \cdot \left( \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma} \right) - \text{нормированная функция [1].}$$

Строим табл. 1.5, где  $m_i = f_i \Delta X N$ ;  $W_i = f_i \Delta X$ ;  $P_i = 1 - F_i$ .

**Таблица 5**

**Теоретические значения параметров выборки**

КЮКОО	$X_i$	$f(X) \cdot 10^{-3}$	$m_i$	$W_i$	$F_i$	$P_i$	$(m_i^I - m_i)^2 / m_i$
1	10500	0,0016	1,01	0,034	0,0338	0,9662	0,0002
2	31500	0,0095	5,98	0,199	0,2333	0,7667	0,1723

3	52500	0,0193	12,17	0,406	0,6391	0,3609	0,3880
4	73500	0,0135	8,54	0,285	0,9236	0,0764	0,2513
5	94500	0,0033	2,06	0,069	0,9923	0,0077	0,0019

2.2. Проверим принадлежность данной выборки к нормальному закону по критерию согласия хи-квадрат (Пирсона):

$$\chi_{\text{оп}}^2 = \sum_1^5 \frac{(m_i^I - m_i)^2}{m_i} = 0,0002 + 0,1723 + 0,3880 + 0,2513 + 0,0019 = 0,8137$$

– определяем степень свободы:  $k = n - (r + 1) = 5 - (2 + 1) = 2$ ,

где  $n$  – число интервалов;  $r$  – число параметров в законе (у нормального закона это  $\bar{X}$  и  $\sigma$ );

– для  $k = 2$  и вероятности  $P(\chi^2) = \alpha = 0.1$  того, что закон выбран правильно, находим теоретическое значение  $\chi_\alpha^2 = \chi_{0.1}^2 = 4.61$  из соответствующей таблицы [2];

– сравниваем полученное теоретическое значение  $\chi_\alpha^2$  с опытным значением. Так как  $\chi_{\text{оп}}^2 < \chi_{\text{теор}}^2$ , то делаем вывод о правильности гипотезы, что распределение подчиняется нормальному закону.

3. Находим оптимальную периодичность обслуживания исследуемого КЭ автомобиля  $l_0$ :

– строим график  $f(X) \cdot 10^{-3}$ , используя данные табл. 5, который представлен на рис. 4.

– вероятность отказа исследуемого КЭ (риск) определяется по выражению:

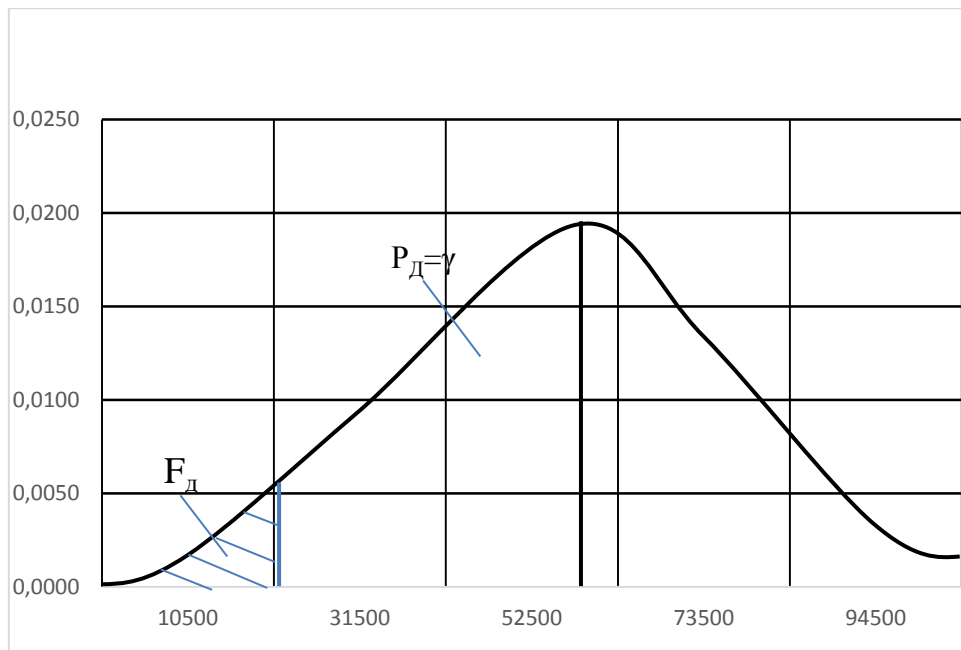
$$F_d = \int_0^{l_0} f(X) dX = F\left(\frac{l_0 - \bar{X}}{\sigma}\right);$$

– принимаем величину  $F_d = 0.05$  (как для КЭ автомобиля, отвечающего за безопасность дорожного движения);

– из таблицы [1] нормального распределения (прил. 1) имеем:  $F(z) = 0.05$ ,

$z = -1.65$ , тогда  $\frac{l_0 - \bar{X}}{\sigma} = -1.65$ ,

$$l_0 = -1.65 \cdot \sigma + \bar{X} = -1.65 \cdot 20348 + 56000 = 22425 \text{ км.}$$



**Рис.4. График плотности вероятности отказов**

Таким образом, оптимальная периодичность проведения ТО рассматриваемой операции составляет  $l_0 = 22425$  км.

#### ***Библиографический список***

1. Причины и закономерности изменения технического состояния автомобилей в эксплуатации : Н.А.Кузьмин; НГТУ; Н.Новгород 2002г.
2. Нормативы и основные показатели технической эксплуатации автомобилей : Н.А.Кузьмин; НГТУ; Н.Новгород 2004г.
3. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава Автомобильного транспорта: Минавтотранс РСФСР. – М 1998г.
4. Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте: Руководящий документ РД112194-0366-03;

УДК 629.027

СЕМИБРАТОВ Д.А., МИХЕЕВ А.В., БЕРДНИКОВ Л.А.

### **ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ЗАМЕНЫ ЗАДНИХ АМОРТИЗАТОРОВ НА АНАЛОГИ РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ НА АВТОМОБИЛЕ LADA GRANTA В УСЛОВИЯХ РАБОТЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Исправные автомобильные амортизаторы обеспечивают не только плавный ход, но и, что более существенно, безопасность перевозок. Также, необходимо учитывать, что течь масла, обломки и прочие продукты разрушения амортизатора наносят вред экологии.

При эксплуатации автомобиля на автопредприятии его ключевая цель состоит в перевозке пассажиров или грузов. Как следствие, нагрузка на заднюю подвеску и задние амортизаторы значительно возрастает. Если обратиться к руководству по эксплуатации автомобиля Lada Granta можно обратить внимание, что при увеличении нагрузки рекомендуется увеличить давление в задних шинах. (рис.1)

Комплектация	Размерность шин	Давление воздуха в шинах передних/задних колес, МПа (кг/см <sup>2</sup> )	
		при частичной нагрузке	при полной нагрузке
Стандарт	175/70 R13	0,19/0,19 (1,9/1,9)	0,19/0,21 (1,9/2,1)
	175/65 R14	0,20/0,20 (2,0/2,0)	0,20/0,22 (2,0/2,2)

- Частичная нагрузка – когда в машине находятся не более 3-х взрослых человек, в багажнике груза нет.
- Полная нагрузка – когда в автомобиле 3 или более человек, а в багажнике груз весом 50 кг.

**Рис.1. Давление в шинах автомобиля**

Нетрудно догадаться, что увеличение давления делает шину менее упругой, а нагрузка на заднюю подвеску, и в особенности на амортизаторы увеличится.

В результате ресурс оригинальных стоек амортизатора может значительно снизиться. В случае скорого выхода их из строя потребуется замена. В связи с этим, следует рассмотреть замену оригинальных вышедших из строя стоек амортизатора на аналоги. При этом важно учитывать, что стоимость одной новой оригинальной стойки амортизатора высока, и составляет 2411 руб. (по данным сайта заказа запчастей «Exist» на 10.11.2022).

На рынке запчастей представлены различные варианты стоек амортизатора. Проведя анализ статей с форумов «Drive2» и «Лада клуб», а также сравнив цены, наличие и сроки поставки, обратившись к сайту для подбора запчастей «Exist» (цены на 10.11.2022) и сайтам производителей деталей, была составлена таблица с наиболее перспективными вариантами аналогов задних стоек амортизатора от различных производителей.

**Таблица 1  
Сравнение стоек амортизатора**

Место в рейтинге	Производитель. Номер детали. Страна производства.	Стоимость, руб./шт.	Преимущества	Срок поставки
1	SS20 (2190)SS20199 Россия.	2850	Гарантия 1,5 года без ограничения пробега; Возможность выбора жесткости.	7 дней.
2	Atech AT10610 Россия.	2097	Гарантия 1 год без ограничения пробега; Защита от подделок.	5 дней.
3	LADA (Оригинал) 21900291540200 Россия.	2411	Гарантия 40000 км. или 2 года (что наступит ранее); Наличие на складе у поставщика.	В наличии.
4	1 Finwhale 25058GU Германия.	2268	Гарантия 30000 км. или 1 год; Защита от подделок.	7 дней.
5	TRIALLI AG01510 Китай.	1625	Гарантия 30000км или 1 год.(что наступит ранее); Дешевизна.	1 день.
6	KYB Excel-G 341824 Япония.	7272	Гарантия 3 года, но не более 80 000 км пробега.	7 дней

Подбирая стойки амортизаторов, следует учесть, что среднесуточный пробег легкового автомобиля на транспортном предприятии может составлять до 350 км (по данным учебника «Техническая эксплуатация автомобилей: нормирование и управление» и ОНТП-01-91). Ис-

ходя из этого, годовой пробег автомобиля может составить более 120000 км. Как следствие наиболее подходящими будут амортизаторы с гарантией без ограничения по пробегу.

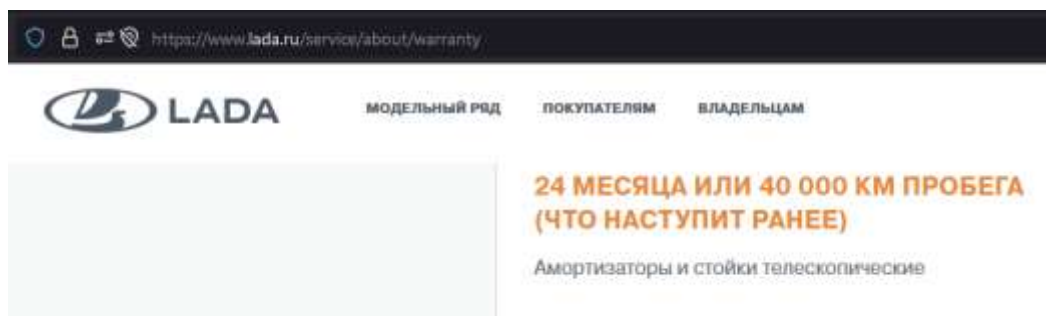
Рассмотрим представленные в таблице варианты.

1. Амортизаторы SS20. Несмотря на то, что стоимость амортизаторов SS20 несколько превышает даже стоимость оригинальных стоек, их несомненным преимуществом является возможность выбора из четырех вариантов жесткости в зависимости от условий эксплуатации. Согласно заявлениям производителя, стойки модели «Стандарт», будучи самыми мягкими и совпадающими по характеристикам с заводскими амортизаторами подойдут для комфортного передвижения по городу. Варианты «Оптима», «Шоссе» и «Спорт» несколько жестче, и наилучшим образом подходят для задач, которые автомобиль должен выполнять при работе на транспортном предприятии. При этом все стойки амортизатора прошли проверки и имеют соответствующие сертификаты. То есть их установка не нарушает закон и не является внесением изменений в конструкцию автомобиля.

2. Амортизаторы фирмы Atech являются компромиссом между ценой и качеством. На каждом амортизаторе изготовитель указывает индивидуальный код, доказывающий подлинность изделия. Убедиться, что новый амортизатор не поддельный можно по этому коду на сайте производителя. Низкая стоимость и отсутствие ограничения годового пробега так же являются несомненным плюсом в случае выбора данных амортизаторов для применения их в автомобилях на транспортном предприятии.

3. Оригинальные амортизаторы всегда есть в наличии у поставщиков в необходимом объеме, однако ограничение гарантии в рамках 40000 км пробега может негативно сказаться на стоимости обслуживания автомобиля, в случае частого выхода их из строя.

Производитель дает гарантию на отдельные комплектующие изделия, к которым относятся амортизаторы, 24 месяца или 40000 км пробега (рис.2).



**Рис.2. Гарантия производителя на оригинальные детали.**

Проанализировав данные с форумов «Drive2» и «Лада клуб» удалось установить, что ресурс оригинальных задних амортизаторов с сохранением полной работоспособности составляет в среднем 50 тыс.км. на автомобилях, предназначенных для личного использования. При таком пробеге автомобиль и амортизаторы, при диагностике на вибростенде показывают удовлетворительные результаты, свидетельствующие об исправности амортизаторов. А именно разница амплитуд левого и правого колес одной оси не более 15%. Значение единиц демпфирования каждого амортизатора выше 0,13 единиц



**Рис.3. Диагностика задней оси на амортизационном стенде и результаты измерений исправных амортизаторов.**

демпфирования. (рис.3.).

(Данные со стенда **проверки демпфирующих свойств подвески «МАНА MSD 3000»**)

При пробеге более 80 тыс. км. амортизаторы полностью выходят из строя, что как правило, сопровождается вытеканием масла, а при проезде неровностей слышны стуки. При измерении на стенде такие амортизаторы уже не могут показать необходимые результаты (рис.4). Эксплуатация автомобиля с такими амортизаторами опасна.



**Рис.4. Результаты измерений. Неисправные амортизаторы.**

4.Finwhale. Модели производства Finwhale (Германия) имеют гарантию меньше, чем оригинальные амортизаторы, как по пробегу, так и по сроку службы в годах. Несмотря на защиту от подделок, цена не намного ниже оригинальных стоек, а наличие их на складах на территории Российской Федерации не может быть всегда постоянным, а значит, и срок поставки может увеличиться.

5.TRIALLI. Амортизаторы этой фирмы производят на заводах в Китае. Гарантия на них, как и в случае с Finwhale уступает оригинальным стойкам. Несмотря на срок поставки со склада в течение суток и низкую цену, модель уступает аналогам, если рассматривать её для применения с целью долгосрочной эксплуатации.

6.KYB(рус.Каяба). Амортизаторы японского производства имеют расширенную гарантию, однако вкупе с очень высокой стоимостью на фоне конкурентов будут невыгодны для транспортного предприятия.

Таким образом, оригинальные стойки амортизаторов заняли 3 место в рейтинге. Наиболее перспективными для замены оригинальных вышедших из строя стоек амортизатора на аналоги себя показали производящиеся в России стойки амортизатора фирм SS20, предоставляющие возможность выбора жесткости, и Atech, имеющие улучшенную защиту от подделок и низкую цену.

### ***Библиографический список***

1. **Кузьмин, Н. А.** Техническая эксплуатация автомобилей: нормирование и управление: учеб, пособие для студентов вузов, обуч. по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство». Н. А. Кузьмин. — М. 2014.
  2. ОНТП-01-91 Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. Гипроавтотранс, Москва, 1991.С.184
  3. Руководство по эксплуатации автомобиля LADA Granta и его модификаций. 2018г. ПАО «АВТОВАЗ». 175 с.
- Интернет-ресурсы:
4. <https://www.lada.ru/service/about/warranty> - Официальный сайт Lada. Гарантийные обязательства.
  5. <https://ss20-shop.ru/garantiya> - Официальный сайт фирмы «ss-20». Продукция и гарантийные обязательства.

## НЕОБХОДИМОСТЬ АВТОМОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Безопасность при вождении автомобиля — это приоритет для любого водителя. Особенно важно это становится ночью, когда поездка на машине в условиях плохой видимости сопряжена с высоким риском для водителей, пассажиров, для окружающих людей и животных. Автомобильный тепловизор станет настоящей находкой для водителей, передвигающихся в ночное время и заботящихся о собственном спокойствии и безопасности пешеходов. Тепловизионные устройства позволяют замечать объекты и препятствия, находящиеся вне зоны видимости фар, дают возможность вовремя среагировать и избежать наезда или столкновения.

Установка системы ночного вождения в автомобиль – поможет автомобилистам обнаруживать опасные препятствия на проезжей части, на порядок снижает напряжение водителя при управлении ТС в условиях плохой видимости и ночное время, способствует уверенному управлению в любое время и при любых погодных условиях.

Профессиональные охотники устанавливают систему ночного вождения в машину для наблюдения и обнаружения дичи прямо из автомобиля. Автолюбители, стремящиеся оснастить салон по последнему слову техники, приобретают систему ночного видения для автомобиля с целью выделить свой автомобиль и создать для себя максимально комфортные условия. И если раньше систему ночного видения в авто можно было встретить только в люксовых категориях автотранспорта, то сейчас их устанавливают и в бюджетных моделях.



Рис. 1.



Рис. 2.



Рис. 3.

Обнаружение предмета в системе ночного вождения происходит за счет разницы температур объекта и окружающей среды, позволяющей ориентироваться даже в полной темноте. Тепловое излучение объекта улавливается прибором и преобразует его в изображение,

выводимое на дисплей в различных оттенках. Автотепловизор улавливает тепловое поле любого объекта, наличие препятствий между предметом, излучающим тепло, и камерой – не проблема.

В отличие от тепловизора, для успешного распознавания предмета с помощью ПНВ необходим дополнительный источник света, что не всегда возможно обеспечить. ПНВ работает по принципу усиления отражения света от предмета, помогая ориентироваться при слабом уровне освещенности. Картинка прибора ночного видения получается более эффектной.

ПНВ помогают водителю только ночью, в хорошую погоду и отсутствии дополнительных помех. Тепловизионная система ночного вождения – идеальный инструмент для установки в машину, который снимет большинство проблем ночного передвижения и обеспечит безопасность поездки в сложных условиях.

На сегодняшний день существует два основных вида систем ночного видения:

Системы активного типа используют в своей работе дополнительные источники инфракрасного цвета, которые отдельно устанавливаются на транспортное средство. Обычно активные системы могут считывать информацию на расстоянии до 250 м от объекта. При этом на экран выводится четкое изображение высокого качества.

Пассивные системы работают подобно тепловизору, не используя инфракрасные спектры. Воспринимая тепловое излучение, исходящее от объектов, датчики воспроизводят картину происходящего на дороге. Поэтому изображения в таком случае получаются более контрастными, но менее четкими, отображаются в серых тонах. Зато дальность работы системы увеличивается примерно до 300 м, а иногда и больше.



**Рис.4.**

Кроме основных рабочих характеристик в системах Car Night Vision есть дополнительные полезные детали: выделение контуром (рамкой) человеческих фигур, звуковые сигналы, появление восклицательного знака на дисплее.

Какой бы совершенной ни казалась разработка, облегчающая передвижение на автомобиле в ночное время, она имеет как свои преимущества, так и недостатки. К очевидным плюсам NVA можно отнести:

- высокое качество отображения, позволяющее отчетливо увидеть границы дороги и препятствия на пути;
- компактный экран, передающий картинку, не занимает много места, но в то же время не заставляет водителя всматриваться в изображение;
- водитель чувствует себя гораздо увереннее и комфортнее во время движения в темное время суток;
- глаза автомобилиста меньше устают, поэтому концентрация на дороге сохраняется лучше.

Среди минусов системы NVA водители отмечают:

- система четко фиксирует неподвижные объекты, но, например, животное, перебегающее дорогу, может быть плохо различимым из-за высокой скорости его перемещения;
- в сложных метеорологических условиях (например, при тумане или дожде) применение Night Vision невозможно;



- контролируя дорогу по изображениям, воспроизводимым на мониторе, автомобилисту придется смотреть на экран, а не на саму дорогу, что не всегда бывает удобно.

Для водителей, которым важна собственная безопасность и безопасность окружающих, выбор в пользу тепловизионной системы ночного вождения очевиден. Правильно подобранное устройство позволит чувствовать себя уверенно в любой ситуации, и сведет риск дорожных происшествий к минимуму. Система способна увеличить видимость на дороге в пять раз: в ночное время свет ближних фар освещает 30-40 метров, а дальние – 100-120 метров. Система IRway способна дать максимальную видимость на 500-1000 метров в зависимости от ландшафта. Цена: от 132 000 руб.

Однако каждому автомобилисту важно помнить, что полностью полагаться на приборы нельзя: водитель всегда должен быть сконцентрирован на дороге, чтобы в случае непредвиденной ситуации вовремя принять нужные меры и избежать дорожно-транспортного происшествия.

### *Библиографический список*

1. В.К. ВАХЛАМОВ, М.Г. ШАТРОВ, А.А. ЮРЧЕВСКИЙ, АВТОМОБИЛИ. ТЕОРИЯ И КОНСТРУКЦИЯ АВТОМОБИЛЯ И ДВИГАТЕЛЯ.
2. Учебник АВТОМОБИЛИ. Устройство автотранспортных средств А.Г. Пузанко
3. Light – ADILIS. Night Vision System. Техническая информация Hella, Aug 2005.
4. Сысоева С., Статья в журнале - АКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИМЕНЕНИЯ ДАТЧИКОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ АКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ. ЧАСТЬ 7. АКТИВНЫЕ ИК СИСТЕМЫ: ЛИДАРЫ, СИСТЕМЫ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ, 3D – КАМЕРЫ, Сысоева С., КурскГТУ, 2007 г.

УДК 629

СМИРНОВ Н.Е., БЕРДНИКОВ Л.А.

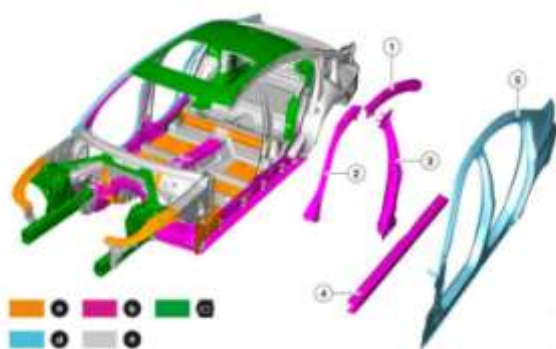
## **РЕМОНТ КУЗОВА ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ СВАРКИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Вопрос правильного ремонта кузова с помощью сварки сейчас стоит довольно остро. Автомобили становятся все сложнее и совершеннее. Материалы для них тоже усложняются и улучшаются. И далеко не во всех сервисных центрах знают, как правильно проводить сварку кузовных элементов. Между тем, без понимания особенностей современных сталей, технологий их соединения и без нужного оборудования произвести кузовной ремонт качественно будет довольно сложно.

В погоне за снижением массы автомобиля и прочностью кузова производители используют все более сложные материалы. С каждым годом появляются новые виды стали, работа с которыми в условиях сервиса невозможна без специальных навыков и оборудования. Более того, в кузове автомобиля используется несколько видов стали, которые далеко не всегда скрепляются друг с другом посредством сварки. В результате увеличивается время ремонта, количество расходных материалов и страдает качество ремонта[1].

Металлы, используемые в современных автомобилях.



Индекс	Обозначение
A	Многофазная сталь (> 300 Н/мм <sup>2</sup> )
B	Сверх высокопрочная сталь (> 900 Н/мм <sup>2</sup> )
C	Алюминий
D	Сталь глубокой вытяжки (< 300 Н/мм <sup>2</sup> )
E	Другие марки стали
1	Внутренний каркас крыши
2	Усиление каркаса крыши
3	Усиление боковой стойки
4	Усилительная пластина бокового порога
5	Внешний боковой каркас

**Рис. 1. Конструкция кузова автомобиля BMW G30**

Поскольку современные металлы — алюминий, высокопрочная сталь, сверхвысокопрочная сталь и т. д. — более чувствительны к тепловоздействию, автопроизводители рекомендуют методы сварки, которые контролируют это тепло. Но у каждого производителя разные рекомендации. Рекомендации OEM (англ. original equipment manufacturer — «оригинальный производитель оборудования») часто меняются. Чувствительная электроника, которая все чаще и в больших объемах присутствует в современных автомобилях также вносит свои коррективы, поскольку она связана с тем, как и где возможна ремонтная сварка автомобиля. Теперь все чаще требуется специальный сварочный аппарат из-за его возможностей, особенно если работы выполняются по сертификации OEM[2].



Индекс	Обозначение
1	Другие марки стали
2	Алюминий
3	Пластик
4	Сталь глубокой вытяжки

**Рис. 2. Конструкция внешних панелей обшивки кузова автомобиля BMW G30**

Кузов современного автомобиля состоит из множества материалов: алюминий, сверхвысокопрочная сталь, усовершенствованная высокопрочная сталь, мартенситная сталь, бор, магний, пластик, углеродное волокно и т. д. С появлением электромобилей, облегчение становится еще более актуальным мероприятием, поскольку автопроизводители пытаются добиться увеличения запаса хода. Кроме того, усовершенствованные системы помощи водителю (ADAS) выявили потребность в облегчении веса автомобиля. В этом видится прямая зависимость: чем больше электроники в автомобиле - тем больше общий вес автомобиля и, соответственно, его необходимо снизить до приемлемого. Возможным решением данной проблемы является внедрение более прочных и, одновременно с этим, более легких материалов при изготовлении кузовов автомобилей.

## Алюминий

По мере того, как автопроизводители продолжают делать автомобили более прочными и легкими для экономии топлива, все больше и больше алюминия будет появляться в конструкциях автомобилей. Алюминий, безусловно, будет предпочтительным материалом; это самый быстрорастущий автомобильный материал. Кроме того, ожидается, что к 2026 году использование алюминиевых капотов достигнет 81%, а алюминиевых дверей — 44%.

### Рекомендации по ремонту

Алюминий, в зависимости от места установки и воздействующих на него нагрузок имеет разные требования к ремонту, креплению и сварке. Единственный способ узнать эти параметры — это получить доступ к процедурам ремонта производителя оригинального оборудования (ОЕМ). Там также указывается рекомендуемый метод ремонта. Может быть рекомендовано заменить деталь, сварное соединение, клеевое соединение, пайку MIG, точечную сварку и т. д. Изготовитель может потребовать определенный тип сварочного аппарата и сварочной проволоки.

Основными проблемами, возникающими при сварке тонколистового алюминия, являются деформация, прожоги.

Поскольку алюминий быстро отводит тепло от зоны сварки, создание сварочной ванны требует больше энергии, чем при сварке стали. Однако, поскольку алюминий имеет относительно низкую температуру плавления, тонкие срезы алюминия также особенно склонны к прожогу и короблению. Поэтому контроль теплонагруженности во время процесса сварки является ключом к решению этих проблем.

Другой распространенной проблемой при сварке алюминия является подача алюминиевой проволоки, которая мягче и ее труднее подавать через пистолет, чем другие присадочные металлы. В зависимости от области применения и конкретной алюминиевой проволоки при сварке этого материала может потребоваться использование шпунтового пистолета, двухтактного пистолета или стандартного пистолета MIG. Использование проволоки большего диаметра может помочь обеспечить более равномерную подачу проволоки и снизить вероятность «застывания» проволоки на приводных роликах [4].

## Стали

Основные типы сталей, применяемых в автомобилях, это мягкие стали, высокопрочные (UHLE), средней прочности (THLE) и сверхпрочные (или сверхсложные USIBOR).

Данные материалы имеют сложный состав, в который входят, кроме углерода: хром, никель, магний, кремний, вольфрам, титан, ванадий и другие легирующие добавки, повышающие механические свойства стали. Плюс цинк, который добавляют для того, чтобы повысить антикоррозионную стойкость кузова, по сравнению с обычным методом поверхностного цинкования [1].

Рекомендации по ремонту, на примере OEM Honda [5], приведены в табл. 1.

**Таблица 1**  
**Рекомендации завода Honda по ремонту стальных кузовных элементов**

Прочность стали, МПа	Назначение стали	Защита от коррозии	Нагрев во время ремонта	Сварка MIG		Использование традиционной проволоки (MIG)	Возможность редуцирования	Точечная сварка или TIG	Алюминиевая проволока при применении TIG	Требования к материалу сварки		
				Штыковая	Стальная					Односторонний металл	Двухсторонний металл	
275	1000	Да	До 600°C	Да	Да	5-750	Да	Да с проволокой для алюминия или нержавеющей стали	Да	Да	Нет	
340	1000	Да	До 600°C	Да	Да	5-750	Возможно		Да	Нет	Да	
440	1000	Да	До 600°C	Да	Да	5-750	Возможно		Да	Нет	Да	
590	1000	Да	До 600°C	Да	Да	Спиральная высокопрочная сталь	Возможно		Да	Нет	Да	
780	1000	Нет	Не допускается	Да	Да	Спиральная высокопрочная сталь	Возможно		Да	Нет	Да	
980	1300	Нет	Не допускается	Да	Нет	Спиральная высокопрочная сталь	Не допускается		Да	Нет	Да	
1180	1300	Нет	Не допускается	Да	Нет	Спиральная высокопрочная сталь	Не допускается		Нет	Требуются ручная и автоматическая	Нет	Да
1380	1300	Нет	Не допускается	Да	Нет	Спиральная высокопрочная сталь	Не допускается		Нет	Требуются ручная и автоматическая	Только до 275	Да, если 1000/1300



**Рисунок 3. Рекомендации OEM Honda по ремонту передней стойки и полки переднего крыла**

Технологии, используемые 10-15 лет назад, в настоящий момент становятся все более неактуальными. Большое разнообразие используемых материалов в производстве автомобильных кузовов требует высокой квалификации специалистов и соответствующего дорогостоящего оборудования и расходных материалов. Все выполняемые работы должны строго соответствовать рекомендациям OEM, даже если это незначительный ремонт. Отступление от технологических карт, предусмотренных заводом изготовителем, увеличивает шанс некачественного ремонта, снижение общей надежности кузова автомобиля, в том числе снижение безопасности водителя и пассажиров во время аварии.

### **Библиографический список**

1. Соединяя сталь. Правильный ремонт кузова с помощью сварки [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://kuzov-media.ru/articles/kuzovnoy-tsekh/soedinyaya-stal-pravilnyy-remont-kuzova-s-pomoshchyu-svarki/> [Дата обращения 28.11.2022]
2. Auto Body Welding: Look Before You Weld [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.bodyshopbusiness.com/auto-body-welding-look-before-you-weld/> [Дата обращения 28.11.2022]
3. Metals used the the G30 Body [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://g30.bimmerpost.com/forums/showthread.php?t=1337272> [Дата обращения 28.11.2022]
4. Vehicle Structures: A Mixed Bag [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.bodyshopbusiness.com/vehicle-structures-a-mixed-bag/> [Дата обращения 28.11.2022]
5. Honda releases auto body steel repairability, welding matrix on I-CAR - Repairer Driven News [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.repairerdrivennews.com/2018/06/08/honda-releases-auto-body-steel-repairability-welding-matrix-on-i-car/> [Дата обращения 28.11.2022]
6. ГОСТ 14806-80. Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
7. ГОСТ 11533-75. Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕНТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ НОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ОТ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ НА ОТКРЫТОМ АВТОВОЗЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

При покупке автомобиля или при возникновении необходимости его транспортировки возникает вопрос о том, как лучше его перевозить, чтобы он доехал без повреждений. Чаще всего автомобили перевозят открытым автовозом, т. к. это наиболее экономически выгодный вариант. Закрытый автовоз используют для транспортировки автомобилей премиум класса, раритетных, спортивных.

Согласно статистике наиболее часто встречающимися повреждениями при транспортировке автомобилей автовозом являются нарушение лакокрасочного покрытия.

Данные повреждения могут произойти:

- во время ПРР,
- при перевозке (неправильное крепление, природно-климатические воздействия),
- при аварии,
- в результате действия третьих лиц.

Согласно статистически собранным данным около 0,35% машин от общего числа перевезенных или 60% от повреждённых при перевозке автомобилей получают повреждения во время перевозки [1].

При транспортировке возникают следующие повреждения:

- царапины,
- сколы,
- незначительные вмятины.

Существуют следующие способы снижения вероятности повреждения автомобиля при транспортировке автовозом:

- соблюдение всех требований к автомобилям, предъявляемых к перевозке (сложенные зеркала, антенны, закрытый багажник; у автомобилей, оборудованных регулируемой подвеской, подвеска должна находиться в положении «для транспортировки», а не в положении «для движения»);
- правильное крепление машины на автовозе, а также периодическая проверка ремней, при их ослаблении – подтягивание;
- использование защитного чехла из плотной ткани;
- страхование;
- Правильная езда, квалифицированный водитель.

Рассмотрим использование защитного чехла/тента при перевозке новых автомобилей на открытом автовозе.

### **Тент для автомобиля при перевозке**

Тент для автомобиля – это защита от негативных внешних факторов, которая позволяют ограничить кузов автомобиля от взаимодействия с дождем, снегом, ветром, пылью и грязью, птичьим пометом и опавшей листвой. Помогает долгое время сохранить лакокрасочное покрытие в первоначальном состоянии, не дает ему растрескаться и выцвести под лучами палящего солнца.

**Достоинства использования тента:**

- предоставляют защиту,
- долгий эксплуатационный срок (от 1 до 6 лет) [2],

- качество и прочность используемых материалов,
- надежность креплений,
- разнообразие видов фиксации,
- хранение непосредственно в автотранспорте (легко складывается и убирается в багажник).

**Тент-чехол для автомобиля выбирается по следующим критериям.**

- **Материал.** Он должен быть влагонепроницаемым и хорошо защищать машину от влаги. Из тканей чаще всего используют Оксфорд и Тарпаулин. Изнанка чехла может дополнительно обрабатываться полиуретаном или поливинилхлоридом. Самый дешевый вариант – полиэстер. Он подходит только для использования в летнее время, зимой может примерзнуть и быстро разрушается. Часто используется полиуретан с хлопковой подкладкой: такие защитные тенты для автомобилей довольно объемные, зато надежные. Брезент – отличный вариант, если вы выбираете тент для прицепа автомобиля: износостойкий, прочный, помогает сформировать вместительный кузов.
- **Наличие фурнитуры.** Чтобы тент не снесло ветром, он должен фиксироваться. Очень удобны изделия на резинке, также часто в продаже можно встретить тенты со шнуровкой (она продевается в петли или кольца).
- **Универсальный или модельный.** Чаще всего в продаже встречаются универсальные чехлы, но бывают и модельные (в основном для автомобилей бизнес-класса).
- **Качество швов.** Все швы должны иметь двойной подгиб – они будут более прочными и крепкими. Также двойной подгиб безопасен для лакокрасочного покрытия. Качественные тенты прошиваются полиэстеровыми армированными нитками – они выдерживают перепады температур и воздействие влаги.

Проанализировав все вышеперечисленные характеристики и особенности автомобильных тентов – чехлов лучшим по соотношению цена – качество является AVS CC-520 2XL, который выполнен из качественного тарпаулина с двойным швом. Чехол является всесезонным, стойким к внешним химическим воздействиям и обладает хорошей термоизоляцией. Подкладка выполнена из хлопка. Имеется молния для двери водителя и карманы для зеркал [3].

Использование чехла при перевозке новых автомобилей позволит избежать повреждений кузова, что вследствие избавит от дополнительных трат на кузовной ремонт, цены на который представлены ниже [4].

**Таблица 1**  
**Цены на локальные работы автомобиля Skoda Octavia**

<b>Цены на локальный ремонт кузова автомобиля Skoda Octavia:</b>	
<b>Неглубокая царапина на лакокрасочной покрытии кузова</b> В этом случае проводится качественная полировка места дефекта.	1500-3000
<b>Царапина глубокого характера/ Сколы на кузове</b> Удаление царапин такого типа требует окраски места дефекта, или целого элемента, который необходимо будет снимать.	Капот – от 12 500р Бампер – от 10 000р Крыша – от 13000р Порог – от 10 000р Багажник – от 10 000р Дверь – от 10 000р Зеркало – от 3500р Крыло – от 10 000р

<p><b>Кузов автомобиля имеет вмятины/ Сложный кузовной ремонт</b>  Методика ремонта вмятин зависит от характера поврежденной детали. Жестяные работы проводятся в зависимости от характера дефектов, и включают в себя протяжку металла, правку, выгибание. После этого на поврежденный элемент наносится специальная шпаклевка и шлифуется, затем идет окраска.</p>	<p>Стоимость зависит от величины повреждений и расчет идет по нормо-часам  Стоимость норма часа - 2800</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Рассчитаем необходимое количество тентов необходимых для перевозки машин:

$$N_T = A_i \cdot q_{\phi} \cdot 2, \quad (1)$$

где  $A_i$  – количество подвижного состава, ед;  $q_{\phi}$  – количество перевозимых машин за одну езду, шт

$$N_T = 15 \cdot 8 \cdot 2 = 240 \text{ ед.}$$

Стоимость закупки тентов:

$$C_T = N_T \cdot c_T^1, \quad (2)$$

где  $c_T^1$  – стоимость одного тента

$$C_T = 240 \cdot 4260 = 1\,022\,400 \text{ руб.}$$

Время установки тентов на автомобили во время погрузки – 1,3 норма – час; время снятие тентов с автомобилей на выгрузке 1 норма – час. Стоимость оплаты 1 норма – час для рабочего 180 руб.

Стоимость работ на установку/снятие тентов на одну езду:

$$C_{y-c} = (t_y + t_{ch}) \cdot c_{\text{нормо-час}}, \quad (3)$$

где  $t_y$  – время установки тента на машину, ч;  $t_{ch}$  – время снятия тента с машины, ч;  $c_{\text{нормо-час}}$  – стоимость норма – час

$$C_{y-c}^1 = (1,3 + 1) \cdot 180 = 414 \text{ руб.}$$

Стоимость работ на установку/снятие тентов на годовую программу перевозок:

$$C_{y-c}^r = C_{y-c}^1 \cdot z_{\text{ез}}^r, \quad (4)$$

где  $z_{\text{ез}}^r$  – количество ездов за год

$$C_{y-c}^r = 414 \cdot 1313 = 543\,582 \text{ руб.}$$

Т.к. срок службы тента 3 года общие затраты за 3 года составят:

$$C_3^3 = C_T + C_{y-c}^r \cdot 3 = 1\,022\,400 + 543\,582 \cdot 3 = 2\,653\,146 \text{ руб.} \quad (5)$$

Согласно собранной статистике (таблица 1) наиболее часто встречающимися повреждениями во время перевозки являются неглубокие царапины и сколы на ЛКП кузова. Соответственно средняя стоимость ремонта варьируется от 1500 до 12 500 рублей. Возьмем среднюю стоимость ремонта на одну поврежденную машину 7000 рублей.

Расчет годовой стоимости ремонта ЛКП:

$$C_{\text{рем}} = Q_r \cdot \eta_{\text{повр}}^{\text{перев}} \cdot c_{\text{рем}}^{\text{ср}}, \quad (6)$$

где  $Q_r$  – количество автомобилей перевезенных за год, ед;  $\eta_{\text{повр}}^{\text{перев}}$  – процент поврежденных автомобилей при перевозке, %;  $c_{\text{рем}}^{\text{ср}}$  – средняя стоимость ремонта на одну машину, руб.

$$C_{\text{рем}} = 10500 \cdot 0,0035 \cdot 7000 = 257\,250 \text{ руб}$$

Расчет стоимости ремонта ЛКП за 3 года:

$$C_{\text{рем}}^3 = C_{\text{рем}} \cdot 3 = 257\,250 \cdot 3 = 771\,750 \text{ руб.} \quad (7)$$

Рассчитаем себестоимость дополнительных затрат на перевозку одного автомобиля:

$$C_{\text{себест}}^T = \frac{C_3^3}{Q_r \cdot 3} = \frac{2\,653\,146}{10500 \cdot 3} = 88\,227 \text{ руб.} \quad (8)$$

$$C_{\text{себест}}^{\text{рем}} = \frac{C_{\text{рем}}^3}{Q_r \cdot 3} = \frac{771\,750}{10500 \cdot 3} = 24\,500 \text{ руб.} \quad (9)$$

На основе анализа себестоимости использования тента при перевозке автомобиля можно сделать вывод, что дополнительные расходы на перевозку одного автомобиля повы-

шаются более чем в 3 раза, при этом риск более серьезных повреждений не снижается. Следовательно их использование нерациональное и лишь повышает расходы компании. Также при использовании тентов имеет место быть халатность рабочих, а именно не плотное закрепление тента к автомобилю, что влечет за собой потёртости на ЛКП в следствии его колебаний во время движений, устранение которых влечет дополнительные расходы.

### ***Библиографический список***

1. Статистика повреждений груза при перевозки автовозами компании ТАНДЕМ ТРЭК. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.drive2.ru/o/b/469495039546884797/> [Дата обращения 20.10.2022]
2. Инструкция эксплуатации. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://защитныетенты.рф/pages/manual/#:~:text=Срок%20эксплуатации%20автомобильногo%20тента%201,надежной%20фиксации%20на%20кузове%20автомобиля> [Дата обращения 20.10.2022]
3. Тент с мягкой подкладкой AVS CC-520 2XL на Skoda Octavia [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.autolines.ru/catalog/tenty-na-avtomobil/skoda/octavia/tour-restayling/tent-s-miagkoi-podkladkoi-avs-ss-520-2x1-129883.html> [Дата обращения 20.10.2022]
4. Малярно – кузовной ремонт. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://skoda-ar.ru/service/specials/painting> [Дата обращения 20.10.2022]

УДК 621.113

ТРУШКИНА М.В., ГОНЧАРОВ К.О.

## **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОССАЖИРОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОСТАНОВОЧНОГО ПУНКТА ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА**

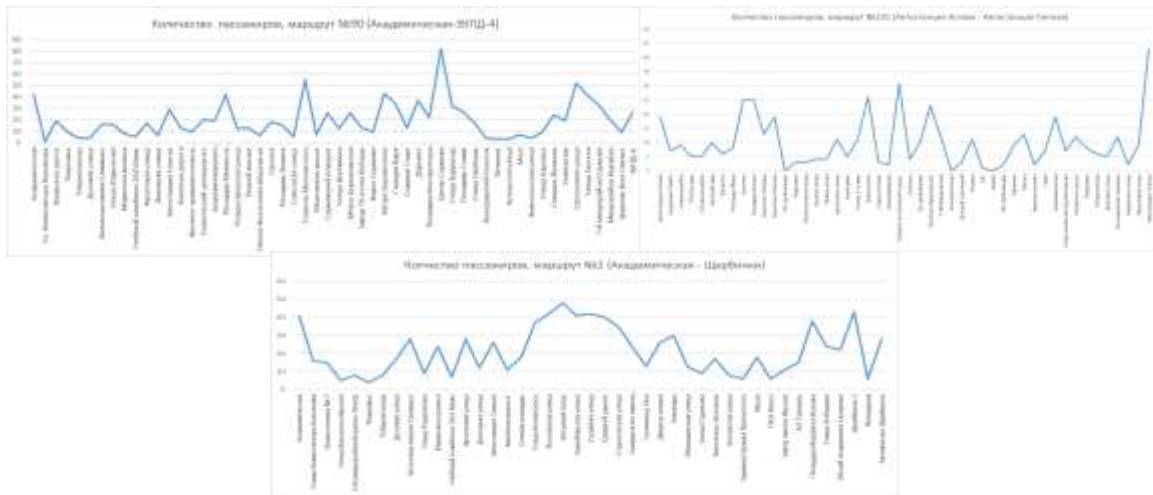
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из государственных программ Российской Федерации является снижение аварийности на автомобильном транспорте. Ежегодно на дорогах России погибает более 15 тыс. человек и получают травмы более 200 тыс. человек.

По данным Министерства внутренних дел Российской Федерации, ГИБДД России по Нижнему Новгороду в период с 1 января 2019 года количество ДТП составило 7638, 179 погибших и 9203 пострадавших. Проанализировав статистику ДТП за последние 4 года, было выявлено, что самыми распространёнными видами ДТП являются столкновения транспортных средств и наезд на пешехода. Они чаще всего возникают по причине нарушения водителями ПДД, из-за плохих дорог и нарушение правил пешеходами. В ходе исследования так же было выявлено, что безопасность пассажиров недостаточно изучена в зоне влияния остановочного пункта транспорта (ГПТ). Для решения проблемы был проведён анализ пассажиропотока по каждому остановочному пункту ГПТ.

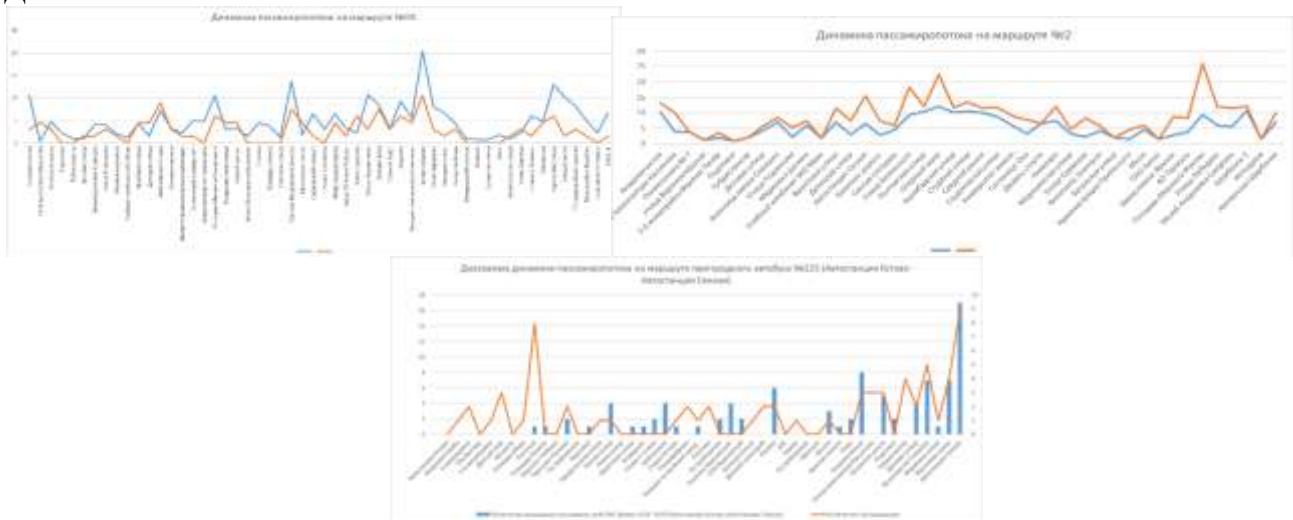
Для анализа пассажиропотока были выбраны наиболее востребованные автобусные маршруты – пригородный № 225, и городские № 90 и №2. Подсчёт вышедших, вошедших пассажиров на каждом остановочном пункте маршрутов дал следующие результаты (рис.1).





**Рис.1. Диаграмма динамики пассажиропотока на маршрутах №225, №90, №2**

С помощью проекта «Карта ДТП», который является одним из ключевых инструментов реализации программы Vision Zero, помогающий выявлять реальные причины ДТП, оценивать уровень развития инфраструктуры, а также разрабатывать качественные решения и программы по повышению безопасности на улицах и дорогах была получена статистика пострадавших вблизи остановочного пункта ГТП. Совместив со статистикой ДТП, получили график с двумя кривыми (рис. 2), который отражают количество вошедших, вышедших пассажиров, и отметили на карте совпадения маршрута с точками концентрации ДТП.

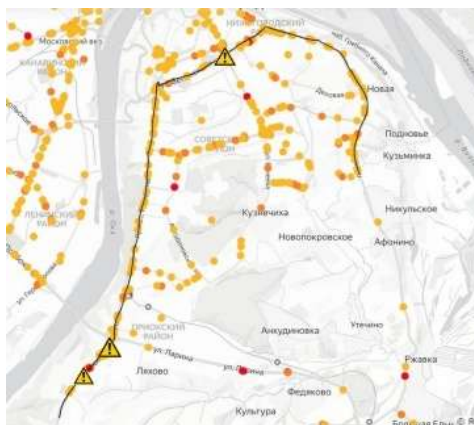


**Рис.2. Совмещение диаграмм пассажиропотока и количества пассажиров**

Таким образом, мы получили карты автобусных маршрутов с указанием мест остановочных пунктов с наибольшим количеством ДТП (рис. 3):



**Рис.3. Карты аварийности с отмеченными опасными остановочными пунктами (начало)**



**Рис.3. Карты аварийности с отмеченными опасными остановочными пунктами (окончание)**

Подобные карты аварийности составлены для каждого маршрута, демонстрируют несовершенство того, или иного остановочного пункта и инфраструктуры в зоне его влияния. Для проверки гипотезы был детально изучен остановочный пункт на автостанции «Сенной», где отсутствуют павильоны, разметка, ограждения для движения пешеходов к остановочному пункту и от него.

Таким образом, карты аварийности дают возможность обратить внимание на инфраструктуру остановочного пункта, причины наибольшей концентрации ДТП с целью повышения безопасности движения и сделать вывод дальнейшему совершенствованию инфраструктуры остановочного пункта и зоны его влияния.

УДК 621.43

ФАЛЬЧЕНКО Г.А., КУЗЬМИН Н.А.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ И РАНЖИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Эффективность работ по поддержанию работоспособности автомобилей и организации автомобильных перевозок во многом определяется знанием и грамотным использованием нормативных документов на транспорте, факторов, влияющих на транспортные процессы.

Работа посвящена углубленному анализу толкования, классификации и ранжированию условий эксплуатации автомобилей. В этой связи рассмотрены категории автомобильных дорог, категории условий эксплуатации с улучшенной визуализацией процесса их определения, групп дорог по покрытию и ровности. Особое внимание уделено категориям условий эксплуатации, их учету при корректировании нормативов технической эксплуатации. Представлен также подробный анализ дорожных и природно-климатических условий эксплуатации автомобилей.

Процессы, происходящие внутри механизмов и узлов при эксплуатации автомобилей классифицируются на: изнашивание, пластические деформации, прочностные разрушения, остаточные деформации деталей, коррозия, усталость и старение конструкционных (и эксплуатационных) материалов [1]. Причинами, вызывающими и увеличивающими (или уменьшающими) интенсивность, являются: условия эксплуатации (дорожные, транспортные и природно-климатические); режимы работы агрегатов автомобилей; качество эксплуатационных материалов; своевременность и тщательность проведения технических обслуживаний (ТО), ремонтов автомобилей и их КЭ и др. Именно в такой очередности причины изменения технического состояния и следует размещать и анализировать по удельному весу

влияния (ранжирования) на интенсивность указанных процессов с большего к меньшему по принципам ранжирования.

Дорожные условия характеризуются технической категорией дороги, видом и качеством дорожного покрытия и рельефом местности. Количественными характеристиками дорожных условий являются коэффициент сопротивления качению  $f$  (для горизонтальных дорог) и коэффициент сопротивления дороги (для дорог с уклонами  $\alpha$ )  $\psi = f \cos\alpha \pm \sin\alpha$ . Метод буксировки для определения  $f$ . При этом экспериментальный автомобиль буксируется через буксировочное устройство, оборудованное динамометрическим устройством. В случае равномерном прямолинейном движении сила тяги по показаниям динамометра равна силе сопротивления качению  $P_f$ . Данный метод определения величины коэффициента  $f$  является самым практичным и точным.

Транспортные условия эксплуатации характеризуются рядом показателей и коэффициентов, например, коэффициенты использования пробега, грузоподъемности, прицепов, помехонасыщенности маршрута и прочие. Но основной характеристикой транспортных условий является категория условий эксплуатации. Она определяется условиями движения, качеством дорожных покрытий и ровностью дорог. При этом в нормативных документах по автомобильному транспорту классификацию и простоту практического определения категории условий эксплуатации нельзя считать удачной. Таблица для этих целей, представленная в «Положении о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта» [2] представляется не очень простой и наглядной для практического применения. Исходя из недостаточной наглядности и практического использования при определении категории условий эксплуатации предлагается следующее табличное представление классификации категорий условий эксплуатации автомобилей в зависимости от условий движения, типа дорожного покрытия ( $D$ ) и высоте дорог над уровнем моря ( $P$ ) (табл. 1)

**Таблица 1**

**Категории условий эксплуатации (в новом представлении)**

Условия движения	Условия	Рельеф местности	Группы дорог				
			D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>
За пределами пригородной зоны	P <sub>1</sub>	I	II	III	IV	V	
	P <sub>2</sub>						
	P <sub>3</sub>						
	P <sub>4</sub>						
	P <sub>5</sub>						
В малых городах менее 100 тысяч человек и в пригородной зоне	P <sub>1</sub>	II	III	IV	V		
	P <sub>2</sub>						
	P <sub>3</sub>						
	P <sub>4</sub>						
	P <sub>5</sub>						
В больших городах более 100 тысяч человек	P <sub>1</sub>	III	IV	V	VI		
	P <sub>2</sub>						
	P <sub>3</sub>						
	P <sub>4</sub>						
	P <sub>5</sub>						

Природно-климатические условия эксплуатации автомобилей характеризуется и ранжируются температурой окружающего воздуха ( $t_{o.в}$ ), влажностью воздуха, запыленностью воздуха, интенсивностью атмосферных осадков, ветровой нагрузкой, солнечной радиацией, сезонными колебаниями условий эксплуатации, агрессивностью окружающей среды и высотой над уровнем моря [3].

**Библиографический список**

1. Кузьмин, Н.А. Процессы и причины изменения работоспособности автомобилей: учеб. пособие. – Н.Новгород: НГТУ, 2005. – 160 с.

2. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта / Минавтотранс РСФСР. – М.: Транспорт, 1988 – 78с.
3. **Кузьмин, Н.А.** Техническая эксплуатация автомобилей: нормирование и управление: учебное пособие / Н.А. Кузьмин. – М.: ФОРУМ, 2017. – 224с.

УДК 656.073.27

ЧУЛОВА С.Ф.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКИ И ТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ**

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Проблемы складирования продукции становится с каждым годом и развитием экономических отношений все актуальней. Независимо от того какую роль играет фирма поставщика или покупателя размещение продукции беспокоит обе стороны.

Перемещение материальных потоков в логистической цепи невозможно без концентрации в определенных местах необходимых запасов, для хранения которых предназначены соответствующие склады. Движение через склад связано с затратами живого и овеществленного труда, что увеличивает стоимость товара. В связи с этим проблемы, связанные с функционированием складов, оказывают значительное влияние на рационализацию движения материальных потоков в логистической цепи, использование транспортных средств и издержек обращения.

Большинство складов выполняет следующие основные функции:

- получение товаров от поставщиков и осуществление контроля над их качеством;
- накопление товарных запасов и обеспечение надлежащих условий их хранения;
- подсортировку и подготовку товаров к продаже;
- комплектование заказов оптовых покупателей;
- товароснабжение розничной торговой сети.

В работе рассмотрен пример складской логистики компании, осуществляющей свою деятельность на территории России: ООО «ХТ». В связи с большим оборотом продукции и отсутствием собственных складов, компания вынуждена использовать склады ответственного хранения (СОХ) для отгрузки готовой продукции (ГП) на клиентов.

На текущий день компания имеет два СОХ, Мултон Партнерс (В) и Алиди (А), куда перемещается вся готовая продукция с производства. При неоптимальном распределении товарно-материальных ценностей (ТМЦ) возникла ситуация, когда продукция для одного клиента находится на разных складах, что усложняет вывоз продукции, увеличивает транспортные расходы, временные затраты на погрузку и пр.



**Рис.1. Перемещение готовой продукции с завода**



**Рис.2. Перемещение готовой продукции с СОХ**

Изменение складских аналитик необходимая мера для уменьшения стоимости расходов транспортировку готовой продукции. В этой статье берется реальная стоимость транспортно-экспедиционных услуг Нижнего Новгорода в 2022 году.

Стоимость заезда на второй склад при погрузке ГП зависит от транспортной компании и в среднем составляет 1 000 – 3 000 руб., для расчётов возьмём усредненное значение - 2 000 руб. Ежедневно отгружается 5 машин, итого 10 000 руб. составляют ежедневные расходы.

При перемещении продукции со склада В на склад А, стоимость немного транспорта составляет 1 200 руб./час. Время перемещения между складами - 4 часа. В компании ООО "ХТ" перемещение происходит по паллетно, т.е. за 12 часов работы наемного транспорта перемещается 99 паллет. Стоимость перемещения между складами составляет 14 400 руб./день.

На складе числится 500 паллет, которые необходимо переместить. 16 рейсов необходимо сделать для перемещения продукции с одного склада на другой. 76 800 руб. потратим для перемещений.

При отгрузке с двух складов, компания может отгружать ГП в течении 30 – 60 дней, в зависимости от потребности клиента. При отгрузке в течение 30 дней составят – 300 000 руб.

Исходя их расчётов выше, затраты на перемещение продукции со склада В на склад А значительно меньше, чем при отгрузке с двух разных складов. Поэтому для уменьшения затрат на транспортные расходы целесообразно хранить продукцию для одного клиента только на одном складе.

УДК 629

ШУСТОВ А.А., БЕРДНИКОВ Л.А.

## АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРОБЛЕМ КАЧЕСТВА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Обеспечение долговечности автомобилей является актуальной технической задачей при проектировании и эксплуатации.

Регулярное техобслуживание – важный процесс, представляющий собой ряд мероприятий, направленных на поддержание транспорта в рабочем состоянии. Грузовой автомобиль постоянно подвергается серьезным нагрузкам, что сокращает его сроки его эксплуатации. Продлить ресурс транспортного средства, снизить затраты на последующий ремонт позволяет регулярное ТО.

Техобслуживание грузовиков имеет свои особенности. И тут не важно, какой марки автомобиль, отечественный он или зарубежный. Периодичность ТО в России регламентируется Госстандартом 21624-81. Помимо ГОСТ свои требования выдвигают и сами производители грузовой автомобильной техники.

Согласно ГОСТ, проводится:

1. ЕО (ежедневное обслуживание);
2. ТО-1 – 4 тыс. км пробега;
3. ТО-2 – 16 тыс. км пробега.

*Таблица 1*

Дефекты в эксплуатации РФ	Кол-во за гарантийный период	Пробег, км.			Затраты за гарантийный период, р.
		Мин.	Сред.	Макс	
Крана отопителя	4 963		48 914	149 679	<b>8 648 811</b>
Моторедуктор служебной двери	916	0	41 935	114 369	<b>13 282 236</b>
Износ поршневых колец дв Камминз	1 201	60	91 689	171 248	<b>62 458 616</b>

(попадение пыли)					
Неисправность стартера дв. ЯМЗ.	1 768	1	60 958	281 106	<b>29 867 596</b>
Разрушение сайленблоков рессор	988	80	18 000	29 000	<b>164 000</b>
Разрушение шарнира рессор	2 044	23	22 000	135 922	<b>191 000</b>
Вибрация карданной передачи	824	5	44072	109841	<b>6 606 926</b>
Повышенный шум КПП	10 715	51	80302	106258	<b>12 858 000</b>
Обрыв шатуна	416	47	33 293	65 326	<b>439 800 000</b>
Неисправен нажимной диск сцепления	1026	46	35 808	54 036	<b>14 979 600</b>
Стук, шум, износ распред шестерен	4964	2	84 497	149 994	<b>35 289 145</b>
Итог.					<b>624 145 861</b>

Помимо этих требований в России проводят также сезонное техническое обслуживание раз в полгода, весной и осенью.

Для некоторых марок грузовиков, например, Ивеко, межсервисный интервал увеличен до 40-60 тыс. км, а у магистральных тягачей – до 80-100 тыс. км.

В нашей стране грузовые автомобили подвергаются жесткой эксплуатации. Такие факторы, как некачественное топливо, неудовлетворительное состояние дорожного покрытия, некачественный автосервис, – все это в совокупности снижает ресурс автомобиля. Для поддержания транспорта в рабочем состоянии необходимо с большей периодичностью проводить диагностику систем и ТО. Произведен анализ неисправностей грузовых автомобилей в гарантийный период.

#### **Анализ причин и корректирующие действия по данным дефектам:**

##### **1. Неисправность крана отопителя**

Причина: недостаток конструкции/ технологии изготовления.

Корректирующие действия: внедрение крана отопителя с усиленной конструкцией корпуса, увеличение посадочного места в конструкции, поиск альтернативных поставщиков, проработка испытаний изделий на стенде, а так же в составе автомобиля.

Ответственный за дефект- конструктор.

##### **2. Неисправность моторедуктор служебной двери.**

Причина: не работает привод, недостаток конструкции.

Корректирующие действия: замена блоков управления электроприводом двери, проработка перехода на моторедуктор с более высокими мощностными показателями, а так же изменение тепловой защиты, внедрение ограничителя двери.

Ответственный за дефект – конструктор.

##### **3. Износ поршневых колец дв Камминз (попадение пыли)**

Причина: применяемый воздушный фильтр не обеспечивает надежность работы в межсезонном интервале.

Корректирующие действия: внедрение четырех дополнительных ребер на крышку фильтра, внедрение фильтра из армлет ПП-СВ 10-2Т, обладающего повышенной термостойкостью, установка межсервисного интервала по моточасам работы двигателя при тяжелых условиях эксплуатации.

Ответственный за дефект- конструктор.

4. Неисправность стартера дв ЯМЗ

Причина: не вхождение в зацепление шестерни стартера с ободом маховика .

Корректирующие действия: внедрение фаски в расточку картера маховика под установку стартера, внедрение обработки заходной фаски на ободу венца маховика.

Ответственный за дефект – конструктив.

5. Разрушение сайленблоков рессор

Причина: низкое качество сайленблоков, устаревшая конструкция.

Корректирующие действия: внедрение шарнира резинометаллического с цельной наружной арматурой.

Ответственный за дефект – конструктив.

6. Разрушение шарнира рессор

Причина: применение лепесткового шарнира в рессоре не обеспечивает необходимый ресурс в эксплуатации,

Корректирующие действия: замена во всех узлах на шарниры резинометаллические с неразрезной наружной арматурой изменение внутреннего диаметра ушка

Ответственный за дефект – конструктив.

7. Вибрация карданной передачи

Причина: механическое повреждение защитного кожуха

Корректирующие действия: проработка внедрения альтернативного поставщика, внедрение новых фланцев,

Ответственный за дефект – не качественные детали

8. Повышенный шум КПП

Причина: недостаточный ресурс шариковых подшипников вторичного вала, проворачивание шестерни 5 передачи на шлицах повышенный износ подшипника первичного вала.

Корректирующие действия: переход на установку конических подшипников вторичного вала, увеличение толщины ступичной части шестерни 5 пер. пром вала. Установка шарика взамен штифта в отверстие вторичного вала, внедрение подшипника первичного вала закрытого типа.

Ответственный за дефект – конструктив.

9. Обрыв шатуна

Причина: Обрыв шатуна 4-го цилиндра с последующим разрушением двигателя, пробоина в блоке цилиндров, в поддоне, нанесен ущерб головке цилиндров и распредвалам. Двигатель ремонту не подлежит.

Корректирующие действия: внедрение контроля шатуна на дефектоскопе, переход на изготовление поковок шатуна из стали 40ХН, переход изготовления поковок шатуна на автоматической линии, изготовление оснатки на измененный шатун

Ответственный за дефект- конструктив.

10. Неисправен нажимной диск сцепления

Причина: затяжка болтов крепления нажимного диска сцепления производится «по кругу», что приводит к перекосу лепестков пружины нажимного диска и к снижению ресурса работы сцепления, а также к большей нагрузке и к быстрому износу синхронизационных колец в КПП.

Корректирующие действия: алгоритм крепления ведомого диска сцепления изменен в соответствии с замечаниями ZF.

Дефект технологического характера.

11. Стук, шум, износ распред шестерен

Причина: низкая износостойкость материала

Корректирующие действия: изменение конструкции упорного кольца, поиск альтернативных поставщиков

Ответственный за дефект – не качественные детали

**Вывод:**

1. Комплекующие и узлы должны обеспечивать комфортное управление и долговечность автомобилей.
2. Детали должны сводить к минимуму негативное влияние.
3. Остаточные напряжения, возникающие при элементах при формовке и сварке, должны быть значительно меньше напряжений, возникающих при динамических нагрузках при эксплуатации.
4. Конструкторский отдел при проектировании должен организовать изготовление опытных образцов, их экспериментальной проверки, отработки установочных партий и выпуска первых промышленных образцов. для анализа возникновения возможных отказов с подходом DFMA (Конечная цель DFMA - снизить затраты и максимизировать прибыль компании без ущерба для качества продукта).

---

Система технического обслуживания и ремонта автомобильной техники ГОСТ 21624



## Подсекция 4.3

# Автотракторные двигатели внутреннего сгорания

УДК 621.432.2

ГНЕВАШЕВ П.В., ПЛОТНИКОВ С.А., СМОЛЬНИКОВ М.В.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИХ СМЕСЕЙ С ДИЗЕЛЬНЫМ ТОПЛИВОМ

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

Электрические измерения — это методы, приборы и расчеты, используемые для измерения электрических величин. Измерение электрических величин может быть выполнено для измерения электрических параметров системы. С помощью преобразователей физические свойства, такие как температура, давление, расход, сила и многие другие, могут быть преобразованы в электрические сигналы, которые затем могут быть удобно измерены и записаны. Учёными кафедры «Технология машиностроения» Вятского государственного университета (ВятГУ) задано новое направление по идентификации жидких альтернативных топлив (АТ) на основе электрических данных. Измерения углеродосодержащих смесей, применяемых в качестве АТ, проводилось с применением плоскопараллельного конденсатора, погруженного в жидкость. Конденсатор состоял из двух параллельных алюминиевых пластин размером 175x102 мм, заряженных противоположными зарядами. Данные для смесей с этанолом, рапсовым и сурепным маслами приведены в табл. 1.

**Таблица 1**  
**Значения электрических величин**

№ п/п	Состав топлива	Величина прямо-угольного переменного тока с частотой 200 кГц I, при t=20°С, мкА		Сопротивление между обкладками конденсатора, R, МОм			Емкость конденсатора при наличии смеси между обкладками, С, пФ		
1	75%ДТ+25%РМ	5,37		12,0			0,770		
2	80%ДТ+ 20%Суреп		3,8		30,0			0,760	
3	80%ДТ+ 20% Этанол					1,3			2,5
4	50%ДТ+50%РМ	5,45		9,7			0,820		
5	60%ДТ+40% Сурепное		2,9		27,0			0,864	
6	60%ДТ+40% Этанол					1,3			12
7	25%ДТ+75%РМ	5,7		8,2			0,880		
8	50%ДТ+50% Сурепное		2,3		20,0			0,808	
9	0%ДТ+100%РМ	5,82		9,0			0,940		

Как и предполагалось, растительные масла не являются диэлектриками. Анализ данных показывает неоднозначную зависимость для всех представленных смесей. К примеру, при увеличении содержания рапсового масла в смеси происходит увеличение величины прямо-угольного переменного тока I с 5,37 до 5,82 мкА, а при увеличении сурепного масла – снижается. Сопротивление между обкладками конденсатора при добавлении в смесь этанола остаётся неизменным. Исследуемые величины нуждаются в дальнейшем детальном изучении причин возникновения таких зависимостей.

### *Библиографический список*

1. Плотников С.А., Гневашев П.В., Шишкин Г.П., Кутергин Н.Ю., Смольников М.В. Безмоторные методы оценки эксплуатационных свойств альтернативных топлив с добавкой этанола. Международный научно-технический журнал «Транспорт на альтернативном топливе» № 6 (90)/ 2022 г.
2. Плотников С.А., Гневашев П.В., Смольников М.В. Безмоторная оценка экспресс-методом свойств биотоплив на основе трёх компонентов. Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. / редкол.: В. В. Гусаров (гл. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2023. – Вып. 8. – 265-268 с.

УДК 621.436

ЗАБОЛОТСКИХ Г.Э., ПЛОТНИКОВ С.А.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ НА БИОМИНЕРАЛЬНЫХ ТОПЛИВНЫХ СМЕСЯХ**

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

Поиск новых альтернативных топлив является на сегодняшний день одним из приоритетных направлений, которое закреплено в Транспортной стратегии РФ до 2030 года. В нашем исследовании мы уделяем внимание разработке и изучению такого вида смесового топлива для дизельных двигателей, которое представляет собой эмульсию, в состав которой входят три компонента: товарное дизельное топливо (ДТ), сурепное масло (СМ) и этанол (Э). Данное топливо получило обобщенное название «БМТС» (биоминеральная топливная смесь).

В ходе лабораторных исследований было определено два принципиальных типа БМТС: БМТС-10 (состоящая из 10% Э, 10% СМ, 80% ДТ) и БМТС-25. Главным условием выбора текущих составов было соответствие их физико-химических свойств аналогичным свойствам минерального ДТ.

После данного исследования предстояло произвести стендовые испытания дизеля на БМТС. Были сняты регулировочные, нагрузочные и скоростные характеристики [1]. Эффективные характеристики исследовались согласно ГОСТ 18509-88 «Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний». Данный стандарт, несмотря на свой почтенный возраст, активно используется учеными занимающимися альтернативными топливами [2].

Исследование изменения характера экологических показателей при работе двигателя на ДТ, БМТС-10 и БМТС-25 было решено производить, опираясь на ГОСТ Р 41.49-99 (Правила ЕЭК ООН N 49). Выбор данного стандарта можно объяснить следующими факторами:

- 1) Большое внимание отводится анализу вредных веществ, производимых двигателем в процессе сгорания топлива;
- 2) Данный стандарт по сравнению с ГОСТ 18509-88 имеет большее количество режимов работы дизеля;
- 3) Недостаточная проработанность данного стандарта в отношении альтернативных смесовых топлив.

Принципиальное отличие ГОСТ Р 41.49-99 (Правила ЕЭК ООН N 49) от ГОСТ 18509-88 состоит в том, что для двигателей с изменяющейся частотой вращения испытание на динамометрическом стенде проводится в соответствии с 8-режимным циклом, который предполагает постепенное снижение нагрузки на разных частотах вращения коленчатого вала начиная с номинальной и заканчивая минимальным холостым ходом. Данный принцип изме-

нения режимов дизеля интересен тем, что из-за не идеальности повседневных условий двигателя, установленные на транспорт, работают при постоянно изменяющихся частотах вращения и нагрузках, что, предположительно, может влиять на полноту сгорания топлив и, как следствие, на наличие вредных веществ в отработанных газах.

### *Библиографический список*

1. **Плотников, С.А.** Определение оптимального состава смесового топлива по экологическим показателям дизеля / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, И. С. Козлов // Тракторы и сельхозмашины. – 2021. – Т. 88, № 1. – С. 14-22. – DOI 10.31992/0321-4443-2021-1-14-22. – EDN MRZWQS.
2. **Карташевич, А.Н.** Исследование свойств альтернативных топлив на основе рапсового масла / А.Н. Карташевич, С.А. Плотников, П.Н. Черемисинов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, 2017. – №3. – С. 144– 147.

УДК 621.432.2

ЗЫКОВ Е.Г., ПЛЯГО А.В., ПЛОТНИКОВ С.А.

## **ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ БИОТОПЛИВНЫХ КОМПОЗИЦИЙ**

Вятский государственный университет

Запасы ископаемых энергоресурсов неумолимо сокращаются. Некоторые эксперты полагают, что при нынешних темпах потребления этих запасов хватит: нефти на 30 лет, природного газа на 60 лет. Исходя из выше сказанного, стоит вопрос наискорейшего поиска альтернативных энергоносителей для применения в двигателях внутреннего сгорания, как в России, так и во всем мире.

Вятский государственный университет (ВятГУ) вместе с Белорусской государственной сельскохозяйственной академией (БГСХА) довольно давно проводит исследования работы автотракторных дизельных двигателей на различных смесевых топливах. Молодые ученые на кафедре создают новейшие топливные композиции с максимально возможным содержанием компонентов из возобновляемых источников. В самом начале это были двухкомпонентные смеси, сейчас же пришел черед многокомпонентных биотопливных композиций.

В качестве альтернативных топлив для дизельных двигателей можно использовать различные масла, из различных масличных культур, произрастающих в наших широтах, а также спирты, получаемые из возобновляемых источников [1]. Как известно, получаемые вследствие смешивания дизельного топлива и топлива из возобновляемых источников, новые композиции имеют ряд положительных сторон, а также ряд недостатков, которые зависят от рода применяемого альтернативного топлива. Добавка из масличных культур схожа с дизельным топливом, но обладает большей вязкостью. Если добавка имеет спиртовую основу, то она снижает цетановое число смеси и имеет низкую седиментационную стабильность.

Возможным решением проблемы одного нового компонента топлива может стать применения полярных, альтернативных топлив в смеси [2]. Использование компонентов с различными физико-химическими свойствами в смесевом топливе, способно нивелировать отрицательные свойства одного из составляющих, за счет положительных свойств другого, а в целом топливная композиция способна приблизиться к параметрам существующего топлива, получаемого из ископаемых источников [3].

Из проделанной нами работы можно сделать следующие выводы:

1. В ходе анализа был рассмотрен целый ряд двухтопливных смесей, имеющих свои преимущества и недостатки. Проанализировано процентное соотношение применяемых аль-

тернативных компонентов смесевых топлив. Выявлены преимущества и недостатки разных видов топлив из возобновляемых источников.

2. Проведен анализ физико-химических свойств альтернативных топлив, применяемых в смесевых топливных композициях.

3. Проведено исследование применения многокомпонентных смесевых топлив, которые проводились российскими учеными. Проведен анализ экологических и эффективных показателей работы дизельного двигателя на новых смесевых топливах.

### ***Библиографический список***

1. Марков В.А., Гусаков С.В., Девянин С.Н. Многокомпонентные смесевые биотоплива для дизельных двигателей // Вестник РУДН, №1, 2012 г.с. 46-56
2. Плотников С.А., Глушков М.Н., Карташевич А.Н., Шапорев В.А. Многокомпонентная биотопливная композиция: заявка на выдачу патента РФ № 2020123967(W20041379) от 20.07.2020
3. Плотников С.А., Карташевич А.Н., Симонов М.В., Шипин А.И. Оптимизация основных параметров дизеля при его работе на многокомпонентной биотопливной композиции. Тракторы и сельхозмашины. 2022, № 2, с. 91-99.

УДК 621.432.2

КУТЕРГИН Н.Ю., СМОЛЬНИКОВ М.В., ЧЕРНОВ А.Н.

## **АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ 4Ч 9,55/9,4 ЗАВОЛЖСКОГО МОТОРНОГО ЗАВОДА**

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

Президент Российской Федерации отметил, что в России в последние годы много уделялось внимания импортозамещению, стране удалось добиться успеха по целому ряду направлений - в АПК, в производстве лекарств, медицинского оборудования, в оборонно-промышленном комплексе, в ряде других отраслей. "Но я хотел бы подчеркнуть, что импортозамещение - это не панацея, не кардинальное решение. Если мы будем лишь повторять других, пытаться заменить пусть и самыми качественными копиями иностранные товары, то будем находиться в позиции постоянно догоняющих. А надо быть на шаг впереди, создавать собственные конкурентные технологии, товары и сервисы, которые способны стать новыми мировыми стандартами", - сказал В.В. Путин.

Реализуя одно из направлений, заданных главой государства, учёные кафедры ТМ Вятского государственного университета (ВятГУ) совместно с работниками АО «Газпром газораспределения Киров» провели анализ работы двигателя 4Ч 9,55/9,4 заволжского моторного завода (модельный ряд искровых двигателей ЗМЗ-409) [1].

### **Результаты анализа показывают следующее:**

1. Данный искровой двигатель при эксплуатации зарекомендовал себя как ремонтпригодный, то есть данный двигатель возможно отремонтировать в различных условиях, не прибегая к уникальному и высокоточному оборудованию.
2. При переводе двигателя на альтернативное топливо, такое как сжиженный углеводородный и компримированный природный газы, ресурс работы двигателя снижается незначительно. В условиях эксплуатации в организации практически не влияет на перебои в транспортно-логистической системе.
3. Выход из строя искровых двигателей данного модельного ряда происходит в 25% случаях из-за некачественных комплектующих деталей, в 40% из-за выхода ресурса и 35% это низкое качество обслуживания данного двигателя.

4. Цилиндро-поршневая группа изнашивается только лишь в 15% случаев. В большой степени при этом происходит износ или залегание поршневых колец, соответственно, данная проблема решается заменой новым комплектом поршневых колец.

В ходе исследования работы данного двигателя 4Ч 9,55/9,4 выявлены некоторые недостатки, один из которых — это повышенная теплонапряженность четвёртого цилиндра, что приводит к прогоранию или продувке газами топливо-воздушной смеси головки блока цилиндров и её прокладки. Данная проблема может быть частично устранена внедрением усовершенствованной системы охлаждения для автотракторных двигателей [2].

Учёные ВятГУ совместно с инженерно-техническими работниками организации группы компании «Газпром» эксплуатирующими двигатель заводского моторного завода рекомендуют использовать в дальнейшем данный двигатель, внедряя в него лучшие разработки. Хотелось бы видеть данный двигатель и на автомобилях Горьковского автомобильного завода.

### *Библиографический список*

1. Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту бензиновых двигателей модели ЗМЗ-40906.10 подготовлено Управлением Главного Конструктора Научно-технического центра ЗФ ООО «УАЗ», 2019
2. Плотников С.А., Смольников М.В., Сергеев Д.Г. Система охлаждения автотракторного двигателя. Патент РФ № 2758262, МПК F01P 3/20 (2006.01)., F01P 11/06 (2006.01) – 4С., 1 ил.

УДК 004.9

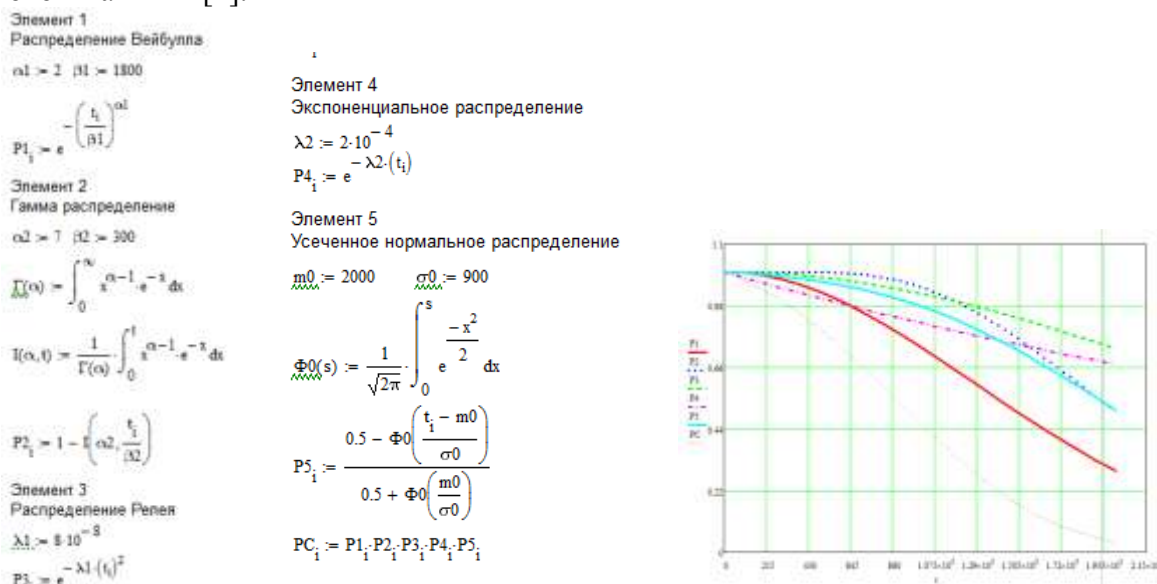
БОКОВАЯ П.М., КОЛЕСНИЧЕНКО Д.А., КУКЛИНА И.Г.

**ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССОРА MATHCAD ДЛЯ РАСЧЕТОВ КРИТЕРИЕВ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОННОГО ОСНАЩЕНИЯ МАШИН ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ**

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет  
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Транспортно-технологические средства повышенной проходимости, актуальность применения которых на современном этапе трудно переоценить, оснащены элементами автоматизированных систем, которые участвуют во всех процессах работы агрегатов машин. От надежности срабатывания системы информационного обеспечения в автомобиле часто зависит не просто работоспособность отдельных ее элементов, но и жизнь и здоровье людей.

Предложенные изыскания представляют начальный этап проработки расчетов надежных характеристик элементов электроники машин повышенной проходимости [1], а именно роторно-винтовых машин. Шнекороторная машина является универсальным вездеходом. Характеристики, построенные для обозначения показателей надежности элементов машин, необходимы для выбора типа резервирования автоматизированной системы роторно-винтовой машины [2].



**Рис.1. Построение характеристик надежности в пакете математических расчетов MathCAD.**

При расчете и подборе типа резервирования элементов электроники машины по заданным характеристикам этих элементов строятся кривые вероятности безотказной работы объекта (как показано на рис. 1) и после их анализа рассчитывается время работы автоматизированной системы до возможного первого отказа.

### *Библиографический список*

1. Kuklina, I.G. Strategy of informatization during training bachelors and masters of specialty "Construction and road machinery" // Science and Education: materials of the international research and practice conference, Wiesbaden, June 27-28, 2012 / publishing office "Bildungszentrum Rodnik e. V.". - с. Wiesbaden, Germany, 2012. - 572 p. ISBN 978-3-981 1753-8-7
2. Куклина, И.Г. Информатизация и компьютеризация образования при подготовке инженеров строительных и дорожных машин / И.Г. Куклина, В.Н. Худяков // Проблемы транспортных и технологических комплексов: сб. статей III Международной научно-практической конференции 2012 - Н.Новгород. Изд-во НГТУ, 2012. - С. 44-46

УДК 629

ВОЛКОВ А.С., ПАПУНИН А.В.

### **РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ФРОНТАЛЬНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Фронтальный погрузчик представляет собой универсальное самоходное специальное оборудование на пневматической колесной или гусеничной платформе. Фронтальный погрузчик способен перемещать грузы, буксировать различное оборудование на короткие расстояния. Основным рабочим органом погрузчика является ковш, установленный на конце подъемной стрелы.

Ассортимент съемного рабочего оборудования фронтальных строительных погрузчиков включает в себя ковши различного назначения, такие как основной, увеличенный, уменьшенный, скальный с принудительной разгрузкой, двухчелюстной с боковой разгрузкой и др.

В настоящее время отечественная промышленность выпускает широкую гамму одноковшовых фронтальных пневмоколесных и гусеничных погрузчиков, однако не производит в качестве съемного рабочего оборудования к ним ковши с боковой односторонней разгрузкой. Данное обстоятельство снижает эффективность использования погрузчиков, особенно при больших объемах погрузочно-транспортных работ.

Актуальной проблемой погрузчика с фронтальным способом разгрузки является невозможность работы в стесненных дорожно-строительных условиях. Объясняется это тем, что погрузчику с фронтальным способом разгрузки необходима большая площадь для маневров, что бывает крайне затруднительно реализовать при строительстве мостов, путепроводов, тоннелей, гидростанций, метро и прочих похожих по своей проблематике объектов.

Рассмотрим зарубежный фронтальный погрузчик китайской компании Shanghai VOSTOSUN Industrial Co.,Ltd модели JGM755C-III (рис.1), к которому разработано комплектное сменное рабочее оборудование, в частности, ковш с боковой разгрузкой. Эффективность использования ковша с боковой разгрузкой обуславливается повышением часовой производительности в среднем на 8-15%, по сравнению с ковшами с фронтальной разгрузкой, в результате сокращения времени рабочего цикла и путей маневрирования.

Стоит отметить, что указанный импортный погрузчик представляет собой аналог отечественного погрузчика В-138 производства ЗАО "Челябинские строительные дорожные машины". Данная модель погрузчика является современной, достаточно распространенной среди отечественных моделей и подходящей под рекомендуемый типоразмер; в данной модели применено много прогрессивных решений.

Подводя итог, стоит отметить важность создания отечественного аналога данного рабочего оборудования.



**Рис.1. Фронтальный одноковшовый погрузчик с ковшом боковой разгрузки JGM755С-III**

### *Биографический список*

1.[https://ferronordic.ru/equipment/front\\_loaders/](https://ferronordic.ru/equipment/front_loaders/) [Навесное оборудование для фронтальных погрузчиков]

2.<https://www.etwinternational.ru/product-4-4-side-dump-bucket-loader-44299.html>[Погрузчики с ковшом боковой разгрузки]

УДК 629

ДОВГУН Л.Р., ПАПУНИН А.В.

## **РАЦИОНАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ РЕМОНТНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ СДМ**

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева

Строительно-дорожные машины, как показывает практика, часто работают в удаленных от развитой инфраструктуры местах, где отсутствует возможность добраться к ним по дорогам общего пользования, что усложняет их обслуживание и ремонт. В целом, способность машины к поддержанию работоспособности зависит от рациональности ее конструкции, грамотности эксплуатации и своевременного проведения технического обслуживания и ремонта. Последнему часто не уделяют должного внимания из-за сложностей с транспортировкой техники до станции технического обслуживания и ремонта. В связи с этим было принято решение по рассмотрению рациональности использования мобильной диагностической станции на базе автомобиля с высокой проходимостью.

В настоящее время эксплуатация и обслуживание СДМ особенно остро нуждается в инструментальных методах контроля технического состояния, что позволяет назначать периодичность обслуживания и производить обслуживание по состоянию объекта диагностирования, то есть для каждой конкретной машины. Эффективность поддержания работоспособности СДМ во многом зависит от условий эксплуатации и обслуживания, однако проблему поддержания работоспособности надо рассматривать в системе «проектирование – производство – эксплуатация – обслуживание – ремонт». При этом этап проектирования является закладывающей ступенью. Качества изделия, производство – обеспечивающей, эксплуатация, обслуживание и ремонт – поддерживающей.



Чтобы обеспечить бесперебойную работу техники, в случае выхода из строя какого-то узла, рациональным решением будет использовать мобильную ремонтно-диагностическую станцию (рис. 1), чтобы не тратить время и деньги на транспортировку техники до станции ТО и Р. Передвижная станция технического обслуживания и ремонта представляет собой грузовое автотранспортное средство, полностью укомплектованное всем необходимым оборудованием для проведения диагностического осмотра, ремонта и замены часто выходящих из строя узлов и деталей для строительного-дорожного машин.

Передвижные станции технического обслуживания и ремонта изготавливаются по заказу на основе предоставленного автотранспортного средства, либо продаются уже готовыми. Современные модели передвижного типа, предлагаемые производителями, являются прекрасным решением для обслуживания удаленных районов, а также для осуществления выездного техосмотра в различных автохозяйствах и коммерческих гаражах. Такие станции имеют собственные бортовые источники питания, которые обеспечивают функционирование диагностических приборов и оргтехники в любых условиях эксплуатации.

На данный момент, проведя анализ уже существующих передвижных станций технического обслуживания и ремонта, можно сказать, что их существует достаточно много и можно подобрать удовлетворяющую всем потребностям машину, которая сэкономит финансы владельцев парков строительного-дорожного машин и позволит уменьшить время простоя техники.



**Рис. 1. Мобильная ремонтно-диагностическая станция**

УКД 629.331

КАПУСТИН А.Г. МАКАРОВ В.С.

## **НАЗЕМНОЕ ПОЛНОПРИВОДНОЕ САНИТАРНОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО**

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Разрабатываемый в НГТУ им Р.Е. Алексеева вездеход с колесной формулой 8x8 – наземное транспортное средство повышенной проходимости для передвижения в условиях отсутствия дорог. Сам проект вездехода, создается для нужды медицинской службы, в труднопроходимых районах нашей Родины.

Шасси проекта размещено в корпусе в виде лодки, который может передвигаться по водной глади, с колесным или гусеничным движителями, в зависимости от модификации. Вездеход оснащен полным приводом на 4х осях, который дает возможность перемещаться по труднопроходимой местности.

Перед разработчиками проекта встала задача сконструировать специальную версию транспортного средства, которая пользовалась бы большим спросом.

Основным функциональным и формообразующим элементом предлагаемого художественно-конструкторского решения является плавающее шасси-лодка, внутри которой размещен салон вездехода. А именно панель приборов, приводы управления и топливные баки, каркас безопасности, находящаяся поверх лодки, водительское и 3 пассажирских сиденья.

Характерной отличительной особенностью является конструкция шасси, выполненного в виде сварного, герметичного, цельнометаллического обтекаемого корпуса коробчатого типа. Форма корпуса симметричная относительно продольной вертикальной оси с прямостенными (вертикальными) бортами, водоизмещение обеспечено габаритными размерами по длине, высоте и ширине и достаточно для плавучести машины.

Ведущим (основным) элементом конструкции плавающего шасси является пластмассовый корпус корытообразной конфигурации с прямостенными бортами. Создавая объем, он увеличивает водоизмещение машины с навесным оборудованием.

Объемно-пространственная конструкция корпуса шасси, главной отличительной чертой которой является простота и технологичность изготовления, позволяет разместить силовой агрегат, все узлы и агрегаты трансмиссии и их приводы внутри корпуса без дополнительных формообразующих объемов, создавая содержательную простоту формы со значительной массивностью единого объема, являясь как бы основанием всего композиционного решения.

### ***Библиографический список***

1. Папунин А.В. Расчет ширины преодолеваемого рва многоосной колесной машиной / Папунин А.В., Беляков В.В., Макаров В.С. / Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2018: Сборник тезисов / Санкт-Петербургский горный университет, СПб, 2018, С. 35
2. Papunin A.V. A dynamic model of unsupported pit traversal by a vehicle with 6x6 wheel arrangement / Papunin A.V., Belyakov V.V., Makarov V.S., Anikin A.A., Vahidov U.Sh. // Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018
3. Зезюлин Д.В. Транспортное средство "КОРСАК" для обслуживания линейных объектов/ Зезюлин Д.В., Макаров В.С., Федоренко А.В., Беляев А.М., Беляков В.В. //«Труды НГТУ»– Н.Новгород, 2014. №4(106) С. 336-341
4. Papunin A.V., Makarov V.S., Belyaev A.M., Belyakov V.V. Field research of profile trafficability of 6x6 wheel assembly KORSACK vehicle / IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1177 (2019) 012051
5. Папунин А.В., Макаров В.С., Беляков В.В. Модель преодоления разрушаемого рва многоосной колесной машиной / «Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева» – Н.Новгород, 2019. №1(124) С. 194-203
6. Papunin A.V., Belyakov V.V., Makarov V.S. Calculation of trench width to be overcome by multi-axis wheeled vehicle / IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 194 (2018) 062027

УДК 629.113

КОНОПЛЕВА М.А., ШУРАШОВ А.Д, КРАСНОВ Ю.В., НИКАНДРОВ И.С.,  
МАЛЫГИН А.Л.

## **ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЗАТРАТЫ НА ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ СНЕЖНО-ЛЕДОВОЙ МАССЫ ШНЕКОВОЙ ФРЕЗОЙ**

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Очистку ледового покрова от снежно-торосовых образований выполняют планировщиком со шнековой фрезой. При транспортировании частиц шнеком затрачивается мощность

на изменение скорости движения материала ( $N_{и}$ ) и на преодоление сил трения о поверхность кожуха шнека и о винтовую поверхность шнека ( $N_{т}$ ):

$$N_{и} = 0,5 \cdot Q \cdot v^2;$$

$$N_{т} = F_{т} \cdot v,$$

где  $Q$  - суммарный массовый прирост транспортируемого шнеком материала в единицу времени, кг/с;

$v$  - осевая скорость частицы в шнеке, м/с;

$F_{т}$  - сила трения транспортируемого материала о поверхности шнека.

Сила трения представлена как обобщенный результат взаимодействия транспортируемого материала с цилиндрической и геликоидной поверхностями шнека.

С учетом параметров шнека:

$$N_{и} = \int_0^L (q \cdot dz) \cdot 0,5 (\omega \cdot R \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2,$$

где  $L$  - длина шнека;

$q$  - погонная массовая производительность шнека, кг/(м·с);

$dz$  - дифференциал продольной координаты, м;

$\omega$  - угловая скорость шнека, с<sup>-1</sup>;

$R$  - радиус шнека, м;

$\alpha$  - угол подъема винтовой линии шнека по радиусу  $R$ .

$$N_{т} = \int_0^L (\gamma \cdot dz) \cdot \cos \vartheta \cdot f \cdot \omega \cdot R,$$

где  $\gamma$  - удельный погонный вес транспортируемого материала, Н/м;

$\vartheta$  - угол наклона касательной к винтовой линии, проведенной в месте расположения точечной массы;

$f$  - обобщенный коэффициент трения транспортируемого материала о поверхности шнека.

Здесь транспортируемая сыпучая масса представлена в виде материальной точки.

Таким образом, мощность, затрачиваемая на транспортирование сыпучей массы шнеком, включает в себя прирост кинетической энергии транспортируемого материала и энергию на преодоление сил трения. К этому следует добавить энергию, затрачиваемую на перемешивание сыпучей массы.

УДК 343

КРЮКОВА Е.Ю., ШОРИНА Ю.Э.

## СТАТИСТИКА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ С УЧАСТИЕМ НЕСОВЕРШЕННОЛЕТНИХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

За 2022 год 674 аварии с участием несовершеннолетних произошло в Нижегородской области. Это на 5,3 % больше, чем за аналогичный период 2021-го. В статистике аварий с детьми наблюдается тревожная тенденция. Удельный вес ДТП составляет 41,7% от общего числа дорожных происшествий с несовершеннолетними.

Рост дорожно – транспортных происшествий допущен на территории 20 административных образований. Причем, рост ДТП с участием несовершеннолетних в г. Н.Новгороде и в Балахнинском районе отмечался семь месяцев из двенадцати. Пять месяцев

подряд - в Богородском, Чкаловском, Кстовском, Кулебакском, Володарском и Первомайском районах, четыре месяца – в г.о.г.Дзержинск, г. Саров, Выксунском, Дальнеконстантиновском и Лысковском районах.



**Рис. 1. Распределение количества пострадавших детей до 18 лет в ДТП по Нижегородской области**

Треть пострадавших (125 человек) попали в ДТП по собственной неосторожности. 119 детей получили ранения, а семеро погибли.

152 ребенка в момент аварии были пассажирами в транспорте. Из них трое скончались из-за полученных травм. 148 детей попали в аварии в качестве пешеходов, четверых из них медикам не удалось спасти. Среди пострадавших ДТП 57 ребят-велосипедистов. Трое из них погибли. Новая тенденция в статистике – попавшие в ДТП дети, управляющих мототранспортом или даже автомобилем. Всего пострадало 37 юных водителей, один из них скончался.

Случаи травмирования подростков при управлении велосипедом зарегистрированы на 27 территориях. Причем более половины (65,6%) данных происшествий произошли из-за неосторожного поведения самих детей. Подобные происшествия отмечались в 23 районах.

Количество ДТП по неосторожности самих детей осталось на уровне прошлого года (161), однако число погибших в них подростков возросло в 3,5 раза (с 2 до 7). Рост происшествий детей зарегистрирован на территории 18 районов.

### *Библиографический список*

1. [Электронный ресурс] - <http://stat.gibdd.ru/>
2. [Электронный ресурс] - <https://woman.rambler.ru/children/>

УДК 343

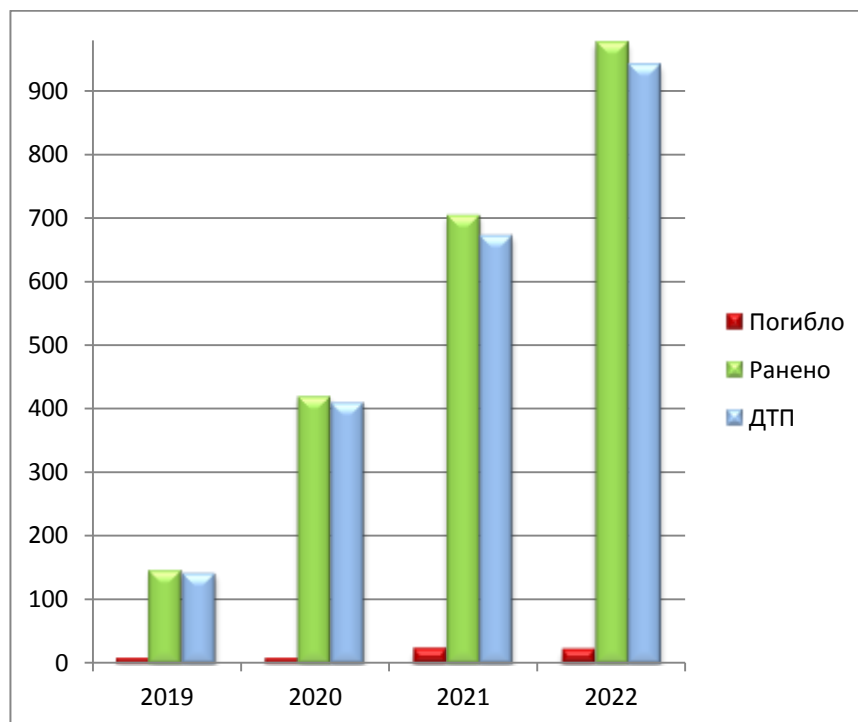
КРЮКОВА Е.Ю., ШОРИНА Ю.Э.

## **АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С каждым годом в России стабильно растет число аварий с участием средств индивидуальной мобильности. Если в 2019 году таких ДТП было меньше полутора сотен, то в 2022 году — почти тысяча, а погибших в них — два десятка человек.

По статистике МВД, в 2022 году в стране было зарегистрировано 941 ДТП с участием СИМ. В них погибли 19 человек, и еще 976 человек были ранены. Для сравнения: в 2021 году таких аварий было 672, в 2020 году — 410, а в 2019-м — 142. При этом, несмотря на наличие определения СИМ в ПДД, эта категория все еще остается «несколько аморфной», и в нее могут попадать и велосипеды, и мопеды. А при оформлении аварии на месте в зависимости от мощности СИМ ДТП записываются либо как наезд на пешехода, либо как столкновение транспортных средств. Электросамокаты, как правило, попадают в первую категорию.



**Рис. 1. Основные показатели аварийности с участием СИМ**

Подавляющее большинство аварий с участием СИМ (99%) происходит в населенных пунктах, что неудивительно, ведь это преимущественно городской способ передвижения. Чаще всего пользователи СИМ попадают в ДТП на выездах с прилегающих территорий, перекрестках и пешеходных переходах. При этом с прокатными самокатами среди зафиксированных случаев — только треть.

Больше половины аварий происходит с СИМ мощностью от 250 Вт до 4 кВт, чуть меньше половины — со средствами мощностью менее 250 Вт, и совсем незначительный процент — с теми, что мощнее 4 кВт и при оформлении могут быть отнесены к мотоциклам. Среди пользователей СИМ, которые попадают в условную пешеходную категорию, самыми распространенными причинами ДТП являются движение по проезжей части, неподчинение сигналам регулирования и пересечение дороги вне пешеходного перехода. У «водителей», например, на мощных электросамокатах или моноколесах — это нарушение правил расположения ТС на проезжей части, несоответствие скорости условиям движения и несоблюдение очередности проезда.

### ***Библиографический список***

1. [Электронный ресурс] - <https://52.xn--b1aew.xn--p1ai/>
- 2.[Электронный ресурс] - <https://www.nn.ru/text/transport/2022/11/04/71792414/>

**МАРКОВНИНА А.И., МАКАРОВ В.С., ВАХИДОВ У.Ш., БЕЛЯКОВ В.В.**  
**КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДВИЖНОСТИ ПО ПРОХОДИМОСТИ**  
**ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МАШИНЫ**

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева.

Подвижность – это интегральное эксплуатационное свойство транспортно-технологических машин (ТТМ), определяющее её способность выполнять поставленную задачу с оптимальной адаптивностью к условиям эксплуатации и техническому состоянию самой машины, то есть возможность машины противостоять внешним и внутренним факторам, препятствующим выполнению поставленной задачи [1].

При этом проходимость – это эксплуатационное свойство, определяющее возможность движения автомобиля в ухудшенных дорожных условиях, по бездорожью, а также при преодолении различных препятствий, которая относится к критическим условиям подвижности машины по мобильности [2].

Максимальный показатель подвижности можно наблюдать при движении вездехода в условиях стабильного опорного основания. Этот показатель рассчитывается при отсутствии влияния внешних факторов, то есть, исходя только из анализа характеристик транспортного средства, без учета влияния физико-механических свойств материала территории. Данный уровень будет считаться эффективной подвижностью рассматриваемого транспортного средства. Всё иное движение происходит в условиях нестабильного опорного основания при неэффективном уровне подвижности, когда снижается скорость движения, возрастает расход топлива и наблюдаются другие негативные последствия. При частичной потере подвижности влияние внешних факторов на движение незначительно и скорость движения будет близка к максимально возможной или снижена незначительно. При критической потере подвижности скорость ТТМ близка к минимальной, существует большой риск полной потери подвижности, когда ТТМ полностью теряет возможность двигаться.

Для определения параметра подвижности необходимо проанализировать возможность или невозможность проезда машины по рассматриваемой местности. Рассматриваются три случая возможности движения транспортного средства:

- 1) ТТМ проедет без затруднений (с сохранением эффективной подвижности или с неэффективной подвижностью);
- 2) ТТМ проедет, но медленно (с неэффективной подвижностью, с частичной потерей подвижности);
- 3) ТТМ не проедет (с критической или полной потерей подвижности).

В первом случае ТТМ проедет по участку без маневрирования и на скорости, близкой к максимальной. Во втором случае движение будет затруднено, может потребоваться притормаживание, маневрирование или понижение передачи. В третьем случае при попытке движения ТТМ застрянет (недостаточное сцепление с полотном пути) или ей будет нанесён ущерб (объектами микрорельефа), который сделает дальнейшее движение невозможным.

***Библиографический список***

1. Автоматические и интеллектуальные системы транспортных средств. Автомобили и тракторы, многоцелевые колесные и гусеничные машины, наземные транспортно-технологические комплексы, мобильные роботы и планетоходы: учебник / под общ. ред. профессоров В. Белякова, Л. Палковича ; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева". - Нижний Новгород, 2012. - 475 с. С. 187
2. Макаров В.С. Методика расчета и оценка проходимости колесных машин при криволинейном движении по снегу : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.05.03 /

УДК 629.3

МАРКОВНИНА А.И., МАКАРОВ В.С., ВАХИДОВ У.Ш., БЕЛЯКОВ В.В.

## ПРЕОДОЛЕНИЕ ДИСКРЕТНЫХ ПРЕПЯТСТВИЙ ЛЕГКОВЫМ АВТОМОБИЛЕМ

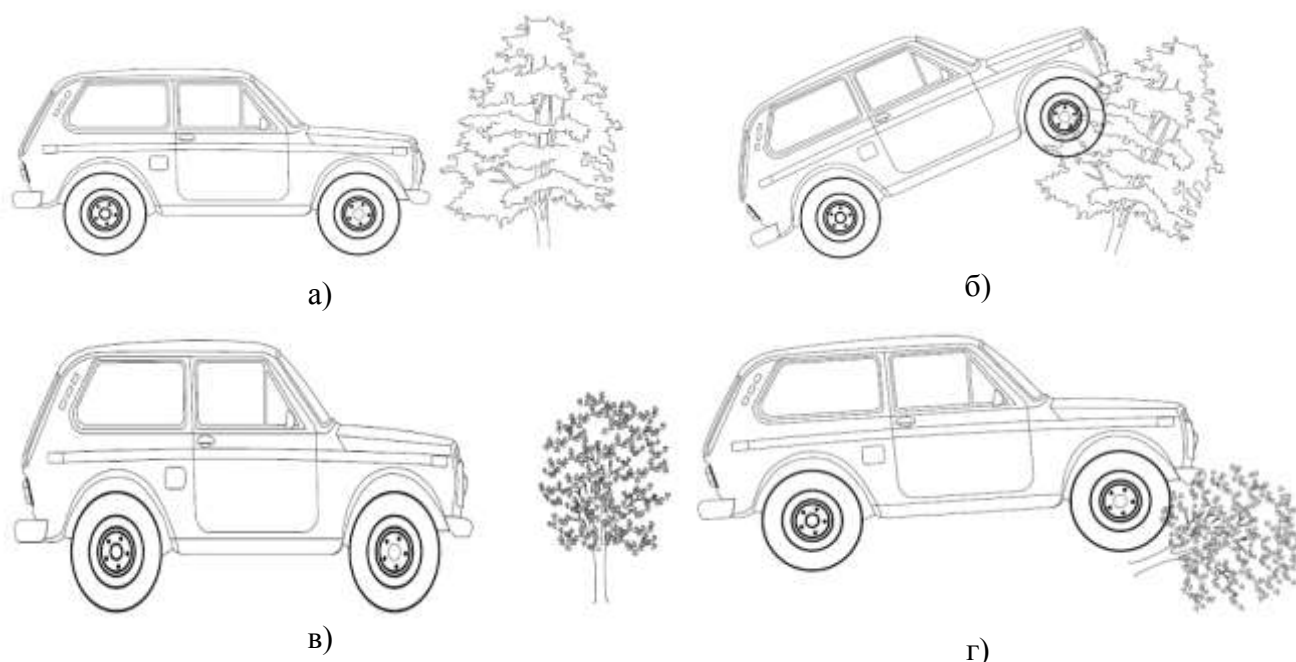
Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева.

Подвижность – это интегральное эксплуатационное свойство транспортно-технологических машин (ТТМ), определяющее её способность выполнять поставленную задачу с оптимальной адаптивностью к условиям эксплуатации и техническому состоянию самой машины, то есть возможность машины противостоять внешним и внутренним факторам, препятствующим выполнению поставленной задачи [1].

Для определения параметра подвижности необходимо проанализировать возможность или невозможность проезда машины по рассматриваемой местности. Рассматриваются три случая возможности движения транспортного средства:

- 1) ТТМ проедет без затруднений (с сохранением эффективной подвижности или с неэффективной подвижностью);
- 2) ТТМ проедет, но медленно (с неэффективной подвижностью, с частичной потерей подвижности);
- 3) ТТМ не проедет (с критической или полной потерей подвижности).

В первом случае ТТМ проедет по участку без маневрирования и на скорости, близкой к максимальной. Во втором случае движение будет затруднено, может потребоваться притормаживание, маневрирование или понижение передачи. В третьем случае при попытке движения ТТМ застрянет (недостаточное сцепление с полотном пути) или ей будет нанесён ущерб (объектами микрорельефа), который сделает дальнейшее движение невозможным.



**Рис. 1. Преодоление дерева и куста автомобилем Лада Нива: а, в – подъезд к препятствию; б – критическая потеря подвижности; г – частичная потеря подвижности.**

- 
1. Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева № 4(101) Автоматические и интеллектуальные системы транспортных средств. Автомобили и тракторы, многоцелевые колесные и гусеничные машины, наземные транспортно-технологические комплексы, мобильные роботы и планетоходы: учебник / под общ. ред. профессоров В. Белякова, Л. Палковича ; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева". - Нижний Новгород, 2012. - 475 с. С. 187

УДК 629.3

МАРКОВНИНА А.И., МАКАРОВ В.С., ВАХИДОВ У.Ш., БЕЛЯКОВ В.В.

## ПРИМЕНЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНОГО ПОДХОДА В РАСЧЁТЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПОДВИЖНОСТИ ПО ПРОХОДИМОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева.

Подвижность – это интегральное эксплуатационное свойство транспортно-технологических машин (ТТМ), определяющее её способность выполнять поставленную задачу с оптимальной адаптивностью к условиям эксплуатации и техническому состоянию самой машины, то есть возможность машины противостоять внешним и внутренним факторам, препятствующим выполнению поставленной задачи [1].

Задача определения показателя подвижности относится к решению задачи многокритериальной оптимизации, в результате расчетов получается безразмерная величина. В общем виде показатель подвижности определяется следующим образом:

$$П = \lambda_m \pm \lambda_t \pm \lambda_p,$$

где,  $\lambda_m$  – техническая оценка машины,  $\lambda_t$  – эксплуатационная оценка территории,  $\lambda_p$  – оценка режима движения.

Знак  $\pm$  означает, что в частных случаях территория и режим движения может благоприятно (+) или негативно (-) повлиять на подвижность.

За показатель территории  $\lambda_t$  можно принять оценку непроходимости территории выбранным вездеходом. Данный показатель является ответом на вопрос, с какой вероятностью вездеход остановится при движении по участку местности. В целом, приведённый метод расчётов применим для участка любой площади, но чем больше будет выбран участок, соответственно, тем больше будет погрешность.

Рассматриваемый метод – по формуле полной вероятности. Если событие А может произойти только при условии появления одного из событий  $H_1, H_2, \dots, H_n$ , называемых гипотезами, образующих полную группу событий, то вероятность события А равна сумме произведений вероятностей каждого из этих событий на условные вероятности события А [2].

Для такого расчёта в рассматриваемых условиях выдвигаются гипотезы:

- 1)  $H_1$  – наехал на устойчивое твердое препятствие (влияет только геометрия);
- 2)  $H_2$  – едет по ровному участку с устойчивой твердой поверхностью (влияет только материал грунта);
- 3)  $H_3$  – наехал на хрупкое неустойчивое препятствие (влияют и геометрия, и материал);
- 4)  $H_4$  – едет по ровному участку с неустойчивой нетвердой поверхностью (влияет только материал).

Все 4 гипотезы охватывают все возможные варианты движения, при этом гипотезы  $H_2$  и  $H_4$  можно объединить, так как обозначают одно и то же – проезд по ровному участку, и в



том, и другом случае на движение влияет только физико-механические свойства поверхности движения, отличается только величина воздействия на возможность проезда. Соответственно, формула полной вероятности примет вид:

$$P(A)=P(H_1)*P(A/H_1)+P(H_2)*P(A/H_2)+P(H_3)*P(A/H_3)$$

где:  $P(H_1)$ ,  $P(H_2)$ ,  $P(H_3)$  – вероятность проезда по препятствию с хорошим грунтом, проезда по ровному участку с любым грунтом, проезда по препятствию с плохим грунтом соответственно;  $P(A/H_1)$  – вероятность остановки вездехода из-за геометрических особенностей территории и машины;  $P(A/H_2)$  – вероятность остановки вездехода из-за особенностей сцепления шин с опорой;  $P(A/H_3)$  – вероятность остановки вездехода при совместном влиянии геометрических и физико-механических свойств материала территории.

### ***Библиографический список***

1. Автоматические и интеллектуальные системы транспортных средств. Автомобили и тракторы, многоцелевые колесные и гусеничные машины, наземные транспортно-технологические комплексы, мобильные роботы и планетоходы: учебник / под общ. ред. профессоров В. Белякова, Л. Палковича ; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева". - Нижний Новгород, 2012. - 475 с. С. 187
2. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. М.: Университетская лавка, Логос, 2008. 392 с. Постников В. М., Спиридонов С. Б. Методы выбора весовых коэффициентов локальных критериев // Наука и образование. М.: МГТУ. Электрон. журн. 2015. № 6. DOI: 10.7463/0615.0780334.

УДК 004.434

РУДЕНКО С.Д., КОЛЕСНИЧЕНКО Д.А., КУКЛИНА И.Г.

## **АНАЛИЗ СТРУКТУРНОРЕЗЕРВИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ОСНАЩЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ МАШИН ВЫСОКОЙ ПРОХОДИМОСТИ**

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет  
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Машина на роторно-винтовом ходу – почти единственный вездеход, который способен перемещаться по снегу, льду, болоту и по дну водоема. Ресурс работы элементов машин высокой проходимости крайне важен при выполнении расчетов надежности и ремонтпригодности транспортно-технологических средств. Оператор, эксплуатирующий данную технику, должен знать время проведения технического осмотра и ремонта, в противном случае он может оказаться один на один с автомашиной в труднодоступной местности.

Среднее время безотказной работы агрегатов машины и элементов электронного оснащения транспортно-технологического средства должно быть определено весьма точно, так как доставку людей и грузов роторно-винтовые машины осуществляют в практически недоступные для наземного транспорта местности страны, где бездорожье круглый год [1]. В таком случае наиболее уместным представляется скользящее резервирование элементов автоматизированной системы машины. Заданные постоянные критерии отказа позволяют предложить число поэлементного резервирования и рассчитать надежность. В исследование предложен полученный в MathCAD расчет типа резервирования элементов машины.

$$R_{общ} = \sum_{i=1}^n r_i \cdot p_i = 59551.575071$$

\*, Разработка структурной схемы системы

$$P_1 = e^{-\lambda_1 t} = 0.83527$$

$$P_2 = e^{-\lambda_2 t} = 0.548812$$

$$P_3 = 1 - (1 - e^{-\lambda_3 t})^2 = 0.985444$$

$$P_4 = e^{-\lambda_4 t} = 0.40657$$

$$Q_i = 1 - P_i = \begin{bmatrix} 0.16473 \\ 0.451188 \\ 0.014556 \\ 0.59343 \end{bmatrix}$$

Вычисление показателей надежности и риска наличия восстановления отказавших элементов.

$$\mu_i = \frac{1}{T_{0i}} = \begin{bmatrix} 0.01 \\ 0.0333333 \\ 0.005 \\ 0.025 \end{bmatrix}$$

$$\alpha_i = \frac{-(\mu_i + 3\lambda_i) + \sqrt{(\mu_i + 3\lambda_i)^2 - 8\lambda_i^2}}{2} = \begin{bmatrix} -0.091557 \\ -0.30519 \\ -0.067011 \\ -0.477182 \end{bmatrix}$$

$$\beta_i = \frac{-(\mu_i + 3\lambda_i) - \sqrt{(\mu_i + 3\lambda_i)^2 - 8\lambda_i^2}}{2} = \begin{bmatrix} -0.218443 \\ -0.728143 \\ -0.152275 \end{bmatrix}$$

$$x_i = \frac{\alpha_i + \mu_i + 2\lambda_i}{\alpha_i - \beta_i} = \begin{bmatrix} 2.139824 \\ 2.139824 \\ 2.439073 \\ 2.777778 \end{bmatrix}$$

$$y_i = \frac{\beta_i + \mu_i + 2\lambda_i}{\beta_i - \alpha_i} = \begin{bmatrix} -1.139824 \\ -1.139824 \\ -1.439073 \\ -1.777778 \end{bmatrix}$$

$$P_1 = x_1 e^{\alpha_1 t} + y_1 e^{\beta_1 t} = 0.9857$$

$$P_2 = e^{-\lambda_2 t} = 0.548812$$

$$P = x e^{\alpha t} + y e^{\beta t} = 0.992432$$

**Рис.1. Программные комплексы расчета показателей надежности отдельных элементов роторно-винтовой машины**

Рисунок отображает данные расчетов, полученные в математическом процессоре MathCAD, позволяющих по параметрам показателей надежности отдельных элементов автоматизированного управления транспортно-технологической машиной осуществлять подбор оптимальных типов и видов приборов, выполняющих рабочие процессы при работе роторно-винтовой машины [2]. Программирование в математическом процессоре MathCAD существенно снижает временные затраты на подбор комплектующих электронного оснащения машин повышенной проходимости.

#### *Библиографический список*

1. Erasov I, Kuklina I., Mokerov D., Molev Yu.I. Simulation of noise generated by a rotary-screw mover as a result of friction // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering 2019. С. 012002.
2. Гордеев Б.А., Куклина И.Г. Автоматизированная диагностика элементов машин // Автоматизация в промышленности. 2010. № 3. С.26-29.

УДК 629

СТЕПАНОВ А.В., ПАПУНИН А.В.

### **ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ТРАНСМИССИИ МАШИН С РОТОРНО-ВИНТОВЫМ ДВИЖИТЕЛЕМ**

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Существенная часть территории России является малоосвоенной с точки зрения транспортной инфраструктуры, преимущественно это районы Крайнего Севера. Такие регионы большую часть времени покрыты снегом, а вместо асфальтобетонного дорожного полотна проложены полосы для движения транспорта, образованные укатыванием снежного покрова до состояния крайне высокой плотности. Транспортная доступность этих районов затруднена и в летний период – заболоченная местность труднопроходима для транспорта с пневмоколесным или гусеничным двигателем. На ряду с этим, хозяйственная деятельность в этих регионах очень важна для экономики и безопасности государства.

Для передвижения в условиях сильного бездорожья были изобретены транспортно-технологические средства с роторно-винтовым двигателем (РВД), которые способны осуществлять движение по высокому снежному покрову, заболоченной местности и водоемам. Основным элементом двигателя этих машин являются роторы, предусматривающие высо-

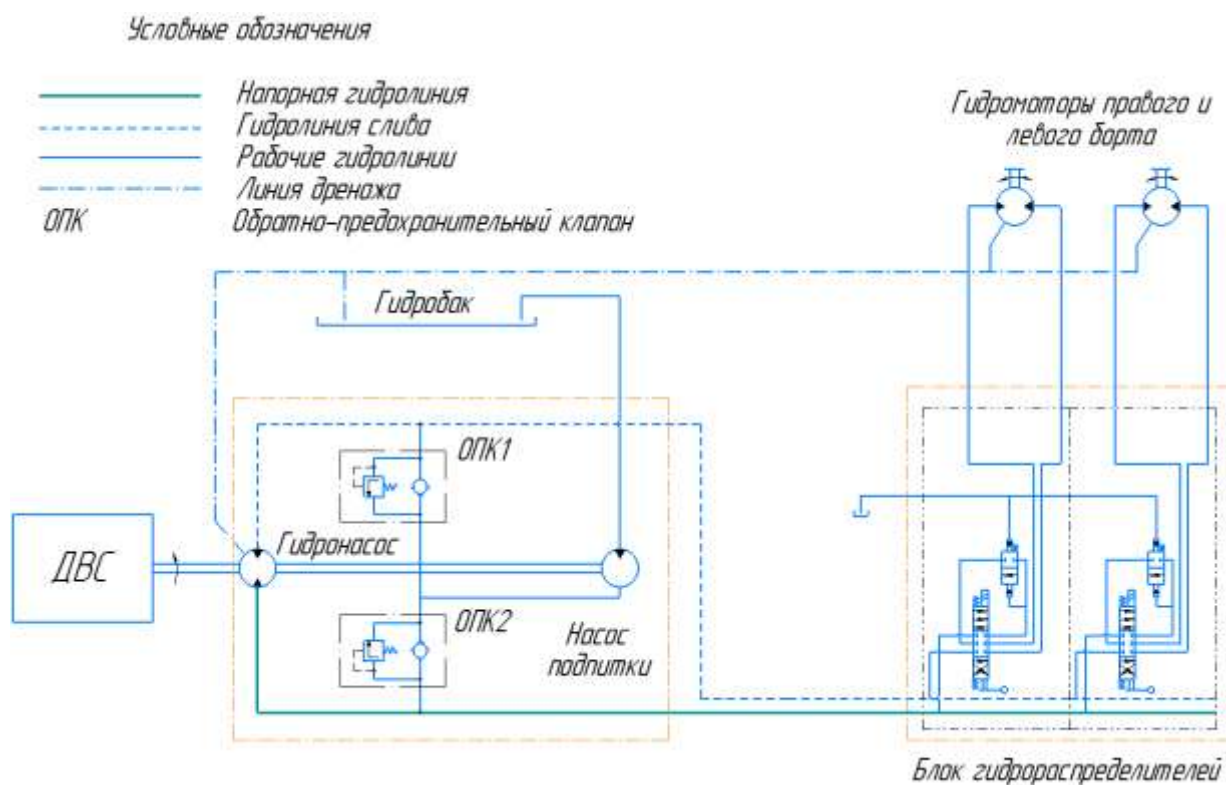
кие тяговые возможности при движении по поверхности с низкой несущей способностью за счёт нарезанной на нем крупной резьбы.

Особенностью машин с РВД является высокое влияние динамических нагрузок на привод роторов и нагрузок в трансмиссии, особенно возникающих при трогании с места.

В качестве альтернативного решения предлагается для привода роторов использовать гидрообъемную трансмиссию. Несмотря на простоту конструкции и эффективность механического привода, гидропривод на машинах с роторно-винтовым двигателем будет более эффективно использовать крутящий момент двигателя во всем диапазоне нагрузок и скоростей машины. Это реализуется благодаря плавному бесступенчатому изменению передаточного отношения в широком диапазоне частот вращения. Ударные нагрузки и перегрузки, действующие на двигатель в результате наезда машины на препятствие или при трогании с места, будут сведены к минимуму за счет способности гидропередачи сглаживать пульсации момента сопротивления. Также будет повышена маневренность машины за счет возможности реверсировать один ротор независимо от другого, что позволит разворачиваться на месте с нулевым радиусом и передвигаться поперек оси движения.

При таком виде привода от вращения вала ДВС вырабатывается механическая энергия, которая с помощью гидронасосов преобразуется в энергию потока гидравлической жидкости и следует посредством рукавов высокого давления к гидрораспределительному блоку, который в свою очередь распределяет в необходимой степени поток на гидромоторы. Далее энергия жидкости опять переходит в механическое вращение.

На рисунке 1 представлена принципиальная гидравлическая схема предлагаемой гидрообъемной трансмиссии для машины с РВД.



**Рис.1. Принципиальная схема гидрообъемной трансмиссии машины РВД**

Можно сделать вывод, что при применении гидрообъемной трансмиссии, привод для роторно-винтовых двигателей будет размещен более компактно.

Так как от машин с РВД, работающих в труднопроходимой местности, не требуется высоких скоростей движения, а в первую очередь ставятся задачи по проходимости машины, выбор гидрообъемного привода является оптимальным решением.

---

<https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/nauka/izdaniya/trudy/2015/03/156-208.pdf>

[Статистическая модель выбора геометрических параметров, массово-инерционных и мощностных характеристик транспортно-технологических машин на роторно-винтовых движителях].

УДК 629

ШОРИНА Ю.Э., КРЮКОВА Е.Ю

## **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ, ДОРОЖНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Дорожно-строительные машины отличаются от машин других отраслей экономики очень большим многообразием типов. Это связано с тем, что: дорожно-строительные машины выполняют различные работы, связанные с приготовлением, транспортированием, укладкой, планировкой, уплотнением и распределением многообразных дорожно-строительных материалов: грунта, песка, щебня, грунтово-песчаных, песчано-гравийных и щебеночных смесей, цементобетона, асфальтобетона, битума, битумных эмульсий и полимерно-битумных композиций, лакокрасочных и пластических материалов для разметки и др.;

Дорожно-строительная техника, так же, как и техника других отраслей экономики, имеет типоразмеры различной производительности.

У потребителя дорожной техники очевидно проявление желания иметь в составе парка дорожно-строительных машин технику с использованием однотипных комплектующих (двигателей, силовых приводов, движителей ходовой части и других агрегатов и узлов).

У машин, используемых в транспортном строительстве, а также при эксплуатации и ремонте транспортных сооружений, можно отметить общие тенденции их технического совершенствования, в основе которых лежит стремление повысить эффективность работы за счет сокращения продолжительности рабочего цикла и снижения утомляемости оператора:

- повышение комфортности и безопасности кабин, автоматизация систем контроля и управления, более удобное расположение органов управления и снижение усилий на рукоятках, увеличение обзорности, принудительная вентиляция и кондиционирование кабин, улучшение звуко- и виброизоляции, защита кабины конструкциями FOPS – при падении тяжелых предметов, и ROPS – при опрокидывании машины;
- повышение надежности машин, улучшение качества очистки и увеличение срока службы рабочих жидкостей, расширенный контроль технического состояния машин, автоматическая диагностика их агрегатов и систем, снижение трудоемкости и увеличение периодичности технических обслуживаний;
- увеличение числа сменных рабочих органов, использование быстродействующих захватов для их перестановки;
- увеличение мощности силовых установок, рабочих и транспортных скоростей, маневренности, запорочных емкостей, тяговых усилий, давлений в гидросистемах;
- снижение токсичности выхлопа двигателей внутреннего сгорания, изоляция интенсивных источников шума, применение щадящую опорную поверхность движителей (пневмокомплекс пониженного давления, резиновых гусениц и т.п.), использование биологически нейтральных или разлагающихся на открытом воздухе рабочих жидкостей, исключение утечек рабочих жидкостей благодаря надежным быстроразъемным соединениям.

Для машин, которые предполагается эксплуатировать в районах с очень холодным климатом, необходимы:

- утепленные обогреваемые кабины с двойным или тройным остеклением;
- рабочие жидкости, смазки и топлива со специальными присадками;
- резинотехнические изделия с высоким содержанием натурального каучука, не теряющие эксплуатационных свойств при низких температурах.

Металлические конструкции этих машин, особенно подверженные ударным нагрузкам, должны изготавливаться из никелевых сталей, менее подверженных явлению хладноломкости.

### ***Библиографический список***

1. К.К. Шестопалов Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудования: учебник 8-е издание. - Москва: Издат.центр «Академия», 2014
2. <https://studfile.net/preview/2640652/page:178/>

УДК 629

ШОРИНА Ю.Э., КРЮКОВА Е. Ю

## **МАШИНЫ ДЛЯ СООРУЖЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ, СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ И РЕМОНТА ПОКРЫТИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

**Машины для сооружения асфальтобетонных покрытий.** Более половины мировой сети автомобильных дорог имеют асфальтобетонное покрытие. К его преимуществам относятся хорошие сцепные качества, износо- и морозоустойчивость, малозумность, беспыльность, удобство содержания и ремонта.

Прочность асфальтобетонного покрытия, уложенного с соблюдением технологических норм и правил, вполне обеспечивает его длительную эксплуатацию при нагрузках, создаваемых современными транспортными потоками. Для устройства асфальтобетонного покрытия используют: асфальтоукладчики – самоходные машины, равномерно распределяющие и уплотняющие смесь по всей ширине укладки; асфальтовые катки – уплотняющие асфальтобетон для придания ему необходимой прочности и долговечности.

**Машины для содержания дорог.** Технология ухода за дорожным покрытием в летнее время предусматривает регулярную очистку проезжей части, лотков и обочин от пыли, наносов, грязи и посторонних предметов, увлажнение покрытия для пылеподавления и снижения температуры покрытия в жаркие дни, и мойку покрытия для очистки от пыли и грязи, снижающих его сцепные свойства. Для выполнения этих работ в крупных городах используются поливомоечные и подметальные машины.

В зимнее время года на большей части Российской Федерации необходимо регулярное удаление с дорог и тротуаров значительных масс свежего и слежавшегося снега и ледяных образований. Для этого используются снегоуборочные и снегопогрузочные машины с отвалами, роторными, фрезерными и лаповыми питателями, снегопогрузочным и подметальным оборудованием, а также разбрасыватели и распределители твердых и жидких антигололедных материалов. Последние либо снижают скользкость обледеневшего или заснеженного покрытия (например, песок, гранитная крошка), либо растворяют ледяную корку и снежный накат, превращая их в жидкость.

Для экстренной очистки покрытий (как правило, на аэродромах) применяются газоструйные агрегаты, очищающие и высушивающие покрытие раскаленными выхлопными газами снятых с самолетов реактивных двигателей.

**Машины и оборудование для ремонта дорожных покрытий.** Асфальтобетонные и цементобетонные покрытия подвергаются в ходе эксплуатации различным видам износа. К их числу относятся истирание покрытия под абразивным действием пневмоколес, растрескивание при сезонных колебаниях температуры с последующим разрушением краев трещин, выкрашивание слабых или поврежденных участков и т. д.

Асфальтобетонные покрытия могут деформироваться при высокой окружающей температуре или под действием вертикальных и горизонтальных нагрузок, образуя на проезжей части колеи и волны (продольные и поперечные неровности).

Цементобетонные покрытия, наоборот, более чувствительны к отрицательным температурам, при которых ускоренно разрушается их поверхностный слой.

Технология ремонта твердых дорожных покрытий предусматривает в зависимости от вида и степени износа срезку верхнего изношенного слоя покрытия, разделку трещин, вырубку выкрошенных участков покрытия вместе с подстилающим слоем. Для этого могут использоваться большие и малые дорожные фрезы, нарезчики швов и отбойные молотки. Восстановление покрытия за счет добавления свежей смеси осуществляется обычными бетоно- и асфальтоукладчиками.

#### ***Библиографический список***

1. К.К. Шестопалов Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудования: учебник 8-е издание. - Москва: Издат.центр «Академия», 2014
2. <https://lektsii.org/11-29933.html>
3. [https://bstudy.net/911878/tehnika/mashiny\\_ustroystva\\_asfaltobetonyh\\_pokrytiy](https://bstudy.net/911878/tehnika/mashiny_ustroystva_asfaltobetonyh_pokrytiy)

УДК 534.1

ЛЕКОНЦЕВ А.М., КАПИТАНОВ Д.В.

**ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЯМОГО ТРУБОПРОВОДА НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ, ОДИН ИЗ КОНЦОВ КОТОРОГО ПРУЖИННО ЗАКРЕПЛЕН, А ВТОРОЙ СВОБОДЕН**

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Решение задач, связанных с механическим взаимодействием элементов конструкций с обтекающим их потоком жидкости, актуально для современного развития техники, в частности, машиностроения, где такие элементы часто используются. Основной проблемой является исследование устойчивости таких конструкций, что позволит обосновать выбор оптимальных конструктивных решений, параметров и режимов эксплуатации.

В работе рассматриваются малые плоские изгибные колебания прямого трубопровода, лежащего на упругом основании, левый конец которого пружинно закреплен, а правый свободен. Вдоль трубопровода с постоянной скоростью течет идеальная несжимаемая жидкость. Уравнение движения трубопровода и соответствующие краевые условия имеют следующий вид:

$$\mu EI \frac{\partial^5 y}{\partial x^4 \partial t} + EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + Mv^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + (M + m) \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + 2Mv \frac{\partial^2 y}{\partial x \partial t} + \xi \frac{\partial y}{\partial t} + Hy = 0;$$

$$y|_{x=0} = 0, \quad C \frac{\partial y}{\partial x} \Big|_{x=0} - EI \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \Big|_{x=0} = 0, \quad EI \frac{\partial^3 y}{\partial x^3} \Big|_{x=l} = 0, \quad EI \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \Big|_{x=l} = 0.$$

Здесь  $x$  – продольная координата,  $y(x,t)$  – поперечное смещение трубопровода,  $t$  – время,  $EI$  – изгибная жесткость трубопровода,  $\mu$  – коэффициент внутреннего трения по гипотезе Кельвина–Фойгта,  $\xi$  – коэффициент внешнего трения,  $H$  – жесткость упругого основания,  $C$  – жесткость пружины на левом конце,  $v$  – скорость потока жидкости,  $l$  – длина трубопровода,  $m$  и  $M$  – распределенные массы трубопровода и жидкости соответственно.

Согласно методу Бубнова–Галеркина [1–2] решение задачи ищется в виде разложения в ряд по первым формам колебаний:

$$y(x, t) = \sum_i X_i(x) T_i(t),$$

где  $X_i(x)$  – набор базисных функций, представленный в работе в двух видах. В первом случае они получены при решении проблемы собственных значений для исходной задачи в упрощенной форме при отсутствии потока жидкости и потерь на трение. Во втором случае использовались функции сравнения в полиномиальном виде.

Исследование устойчивости в зависимости от скорости потока жидкости при фиксированных остальных параметрах системы проводилось с помощью двухмодового и трехмодового приближения по методу Бубнова–Галеркина. Результаты исследования показывают хорошее качественное и количественное согласование.

### *Библиографический список*

1. Сулова М.Е., Капитанов Д.В. Численно-аналитическое исследование неконсервативной устойчивости нагруженного свободного стержня // XXVIII Международная инновационно-ориентированная конференция молодых ученых и студентов (МИКМУС – 2016). Сборник трудов конференции. М.: ФГБУН Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, 2017. – С. 409-412.
2. Капитанов Д.В., Сулова М.Е., Егорова О.С. Численно-аналитическое исследование устойчивости шарнирно-закрепленного трубопровода с потоком жидкости и шарнирно-закрепленного сжатого стержня на упругом основании // Машиноведение и инновации. Конференция молодых ученых и студентов (МИКМУС – 2017). Материалы конференции. М.: ФГБУН Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, 2018. – С. 202-205.

УДК 622.692.2

ПОТКИНА Д.С.

### **РАЗВИТИЕ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время различные транспортные системы развиваются со стремительной скоростью, используются современные технологии освоения труднодоступных территорий. Оценки различных видов транспорта в зависимости от основных факторов, влияющих на его выбор приведены в [1]. Неоспоримыми преимуществами обладает и трубопроводный вид транспортной системы РФ [2].

Общая протяженность всех действующих Российских магистральных трубопроводов составляет более 233 тыс. км. Где более 168 тыс. км – газопроводы, порядка 50 тыс. км – нефтепроводы и приблизительно 20 тыс. км – нефтепродуктопроводы. Одной из самых крупнейших Российских компаний, владеющих магистральными трубопроводами, является «Транснефть», на ряду с ней идет «Газпром», периодически удивляющий всех своими новыми проектами.

На данный момент доставку газа в Китай и на Дальний Восток осуществляет газопровод «Сила Сибири». Отправная точка газопровода Чаядинское месторождение, являющееся базовым для Республики Саха (Якутия). Трубопровод проложен по заболоченным территориям, через горные массивы с повышенной сейсмической опасностью, в зонах, где преобладают скальные грунты и вечная мерзлота. При реализации проекта «Газпром» использовал различные современные высоконадежные технологии и оборудование, имеющие высокую эффективность [3].

В ближайшее время планируется прокладка нового трубопровода «Сила Сибири 2». Его планируемая длина составляет 2600 км, а максимальная мощность 50 млрд кубов в год. Одним из приоритетов является, обеспечение газом жителей Красноярского края, что может быть обеспечено трубопроводом, проложенным через Монголию. Из-за сложной геополитической ситуации маршруты прокладки менялись более двух раз, кроме того, эта нитка может послужить заменой «Северному потоку 2». На данный момент на полигонах, проходят тестовые испытания труб, под действием взрывов анализируют степень их повреждения и сохранение целостности как самого металла, так и сварных швов.

Из этого следует, что развитие трубопроводного транспорта остается перспективным направлением не только для развития экономики и страны в целом, но и для осуществления ряда действий: приходится и нужно разрабатывать новые технологии, позволяющие работать на различных территориях, а также, очень важна переговорная составляющая, для заключе-



ния новых контрактов по проведению и использованию этих трубопроводов, в том числе и на территориях иностранных государств.

### *Библиографический список*

1. Федоров, О. В. Задачи ресурсобеспечения: Учебное пособие / О. В. Федоров. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «КноРус», 2021. – 152 с.
2. Зотова, А. А. Роль транспортного сегмента в экономике страны / А. А. Зотова, Д. С. Поткина // Качество и конкурентоспособность в XXI веке: материалы XX Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 26–27 апреля 2022 года / Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова. – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2022. – С. 160-167.
3. Информация о газопроводе «Сила Сибири» на официальном сайте Газпрома. [Электронный ресурс] – режим доступа: URL <https://www.gazprom.ru/projects/power-of-siberia/>

УДК 534.1

ЧИСТЯКОВА А.В., КАПИТАНОВ Д.В.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СЖИМАЮЩЕЙ НАГРУЗКИ ШАРНИРНО ЗАКРЕПЛЕННОГО ТРУБОПРОВОДА НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ, ТРАНСПОРТИРУЮЩЕГО ПОТОК ЖИДКОСТИ**

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Решение задач, связанных с механическим взаимодействием элементов конструкций с обтекающим их потоком жидкости, актуально для современного развития техники, в частности, машиностроения, где такие элементы часто используются. Основной проблемой является исследование устойчивости таких конструкций, которое позволяет обосновать выбор оптимальных конструктивных решений, параметров и режимов эксплуатации.

В работе рассматриваются малые плоские изгибные колебания транспортирующего с постоянной скоростью поток идеальной несжимаемой жидкости прямого шарнирно закрепленного трубопровода, лежащего на упругом основании. Уравнение движения трубопровода и соответствующие краевые условия имеют следующий вид:

$$\mu EI \frac{\partial^5 y}{\partial x^4 \partial t} + EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + (P + Mv^2) \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + 2Mv \frac{\partial^2 y}{\partial x \partial t} + \xi \frac{\partial y}{\partial t} + (m + M) \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + Hy = 0;$$
$$y|_{x=0} = 0, \quad y|_{x=l} = 0, \quad EI \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \Big|_{x=0} = 0, \quad EI \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \Big|_{x=l} = 0.$$

Здесь  $x$  – продольная координата,  $y(x,t)$  – поперечное смещение трубопровода,  $t$  – время,  $EI$  – изгибная жесткость трубопровода,  $\mu$  – коэффициент внутреннего трения по гипотезе Кельвина–Фойгта,  $\xi$  – коэффициент внешнего трения,  $H$  – жесткость упругого основания,  $P$  – сжимающая нагрузка,  $v$  – скорость потока жидкости,  $l$  – длина трубопровода,  $m$  и  $M$  – распределенные массы трубопровода и жидкости соответственно.

Предложенное в работе [1] решение похожей задачи по нахождению границы потери устойчивости выполнено с помощью приближенного метода Бубнова–Галеркина, заключающегося в разложении решения в ряд по небольшому количеству первых базовых форм деформации. Стоит отметить, что хотя этот метод чаще всего используется для решения подобных задач, его строгая сходимость в общем случае не доказана.

В данной работе выполнено численное решение поставленной задачи, не ограничивающееся только первыми формами колебаний. Такая методика рассмотрена в [2] и заключается в исследовании характеристических показателей для характеристического уравнения

задачи. Отличительной особенностью данной работы является то, что исследование устойчивости системы проводится одновременно в области параметров сжимающей нагрузки и скорости потока жидкости при фиксированных остальных параметрах системы. Были рассчитаны критические значения параметров скорости и нагрузки, при которых происходит потеря устойчивости, а также определена область устойчивости системы в зависимости от этих двух параметров. Отмечено, что с увеличением параметров трения в системе эта область расширяется.

#### *Библиографический список*

- 1. Капитанов Д.В., Сулова М.Е., Егорова О.С.** Численно–аналитическое исследование устойчивости шарнирно–закрепленного трубопровода с потоком жидкости и шарнирно–закрепленного сжатого стержня на упругом основании // *Машиноведение и инновации. Конференция молодых ученых и студентов (МИКМУС – 2017). Материалы конференции.* М.: ФГБУН Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, 2018. – С. 202-205.
- 2. Капитанов Д.В., Овчинников В.Ф., Смирнов Л.В.** Неконсервативная устойчивость трубопровода и консольного стержня // *Проблемы машиностроения и надежности машин.* №2. М.: ФГБУН Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, 2010. – С. 117-123.

## СЕКЦИЯ 5

---

# МОРСКАЯ, АВИАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

---

## Подсекция 5.1

---

### Кораблестроение и авиационная техника

---

УДК 629.124

БАШАРИН В.С

#### СПОСОБ ЭКСПОРТИРОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ КОРПУСА СУДНА ИЗ ППП ДИАЛОГ – СТАТИК В САПР SOLIDWORKS

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Построение 3D – модели поверхности корпуса судна в САПР SolidWorks (далее SW) позволяет выполнить и облегчить некоторые расчёты по проектированию судна. Построение поверхности можно выполнить различными способами: 1) сделать построения вручную; 2) Сделать построения с использованием средств автоматизации; 3) сделать построение с использованием сторонних программ.

Классическим методом построения поверхности судна, практикующимся на кафедре КиАТ НГТУ, и входящим в учебную программу, является ручное эскизное построение различных шпангоутов, ватерлиний, рыбин, палуб корпуса судна и последующее построение поверхностей с помощью выполненных эскизов. Подробно данный метод описан в работах и методических рекомендациях В. В. Князькова [1, 2]. Данный метод хорошо описывает поверхность корпуса и при должном умении и кропотливости проработки даёт красивую плавность и кривизну поверхности корпуса. Однако он довольно трудозатратен. Чтобы расставить все взаимосвязи между кривыми шпангоутов, прорисовать каждое сечение в отдельном двухмерном эскизе и на отдельной плоскости студенту среднего уровня нужно потратить минимум неделю с ежедневной работой по проекту. Предложенный далее способ позволяет в некоторой степени облегчить построение модели поверхности. Особенно при уже имеющихся координатах шпангоутов. Например, при выполненных расчётах в программе Диалог – Статик (далее ДС).

**Порядок действий.** Из программы ДС выводятся данные по координатам точек судовой поверхности в виде документа. В данном документе все столбцы и строки разделены между собой табуляцией или разделительными знаками. С помощью программы Excel следует преобразовать данный файл в читаемый формат для его интеграции в SW, а именно в формат файла должен быть следующим: список только координат X, Y и Z в трех столбцах, разделенных символом пробела или табуляции. Набор точек каждого шпангоута сохраняются в отдельный файл формата txt. Далее каждый файл шпангоута открывается с помощью инструмента добавления «Scan to 3d». (Инструменты → Scan to 3d → Мастер кривой). В диалоговом окне инструмента следует указать путь к файлу txt, в котором записаны координаты шпангоута. В этом же диалоговом окне можно редактировать автоматически построенную кривую, путём добавления точек слома, касательности и т.д. Результатом построения

будет трёхмерный эскиз, который в дальнейшем можно редактировать. Данный способ позволяет значительно быстрее выполнить построение поверхности корпуса судна. На создание представленной на рисунке модели поверхности корпуса судна ушло 6 часов, с учётом того, что это - первая модель, построенная студентом этим способом.



**Рис. 1. Поверхность корпуса судна**

### ***Библиографический список***

1. Князьков, В.В. Компьютерные технологии в кораблестроении: учеб. пособие / В.В. Князьков; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2015. – 130с.
2. Князьков, В.В. SolidWorks. Проектирование судов: учеб. пособие / В.В. Князьков; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2018. – 228 с

УДК 629.124

БЛИНОВ К.Д.

## **ТРИАНГУЛЯЦИЯ СУДОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО КООРДИНАТАМ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ЧЕРТЕЖА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

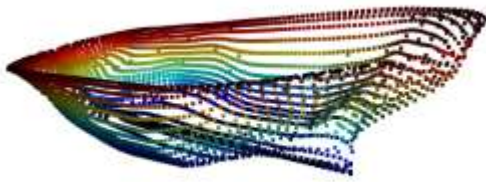
На кафедре «Кораблестроение и авиационная техника» предложен метод определения сопротивления ледокола, в котором заложена геометрия судна путем ввода безразмерных характеристик формы корпуса. Эти характеристики геометрии оказывают непосредственное влияние на ледовую ходкость в сплошном льду. В связи со сложностью обводов ледоколов для вычисления функций геометрии необходимо применять численное интегрирование по поверхности судна.

Первым шагом в решении этой проблемы будет служить получение инструмента для цифрового представления поверхности судна по теоретическому чертежу.

В работе [1] для численного представления поверхности судна используются методы генерации теоретического чертежа с последующим разбиением корпуса на треугольники. Ключевое отличие предложенного метода заключается в том, что исходными данными могут служить трехмерные координаты точек шпангоутов или ватерлиний полученные по теоретическому чертежу судна.

Рассмотрим построение поверхности ледокола проекта 21900 «Санкт-Петербург». В качестве входных данных алгоритма служит облако точек корпуса судна (рис. 1), полученное из теоретического чертежа судна. Далее для построения поверхности корпуса судна используется алгоритм восстановления поверхностей «метод катящегося шара» [2].

Суть этого алгоритма заключается в том, что на облако точек падает шар определенного радиуса, и если он попадает в любые 3 точки – он создает треугольник. Затем шар начинает вращаться от краев существующих треугольников, и каждый раз, когда он достигает 3 точек, через которые мяч не проваливается, создается новый треугольник. Результат восстановленной поверхности приведен на рис. 2.



**Рис.1. Облако точек поверхности ледокола**



**Рис.2. Результат работы алгоритма по восстановлению поверхности**

Приведённый инструмент получения судовой поверхности, разбитой на треугольники, может быть использован для проведения численных расчетов функций формы корпуса любого судна арктического плавания, по имеющемуся теоретическому чертежу.

**Исследования выполнены в рамках проекта проекту РНФ № 22-19-00376 «Экспериментально-теоретическое исследование полуэмпирических моделей взаимодействия судов со льдом».**

### *Библиографический список*

1. Тихонова Н. Е. Оптимизация формы корпуса и основных элементов речных ледоколов на начальных стадиях проектирования. Нижний Новгород, 2000. – 169 с.
2. Bernardini, F The ball-pivoting algorithm for surface reconstruction. Bernardini, F; Mittleman, J.; Rushmeier, H.; Silva, C.; Taubin, G. IEEE T. Vis. Comput. Gr. 1999, 5, 349–359

УДК 629.124

БЛИНОВ К.Д.

## **НАСТРОЙКА ПОЛУЭМПИРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛЕДОКОЛА С ЛЕДЯНЫМ ПОКРОВОМ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

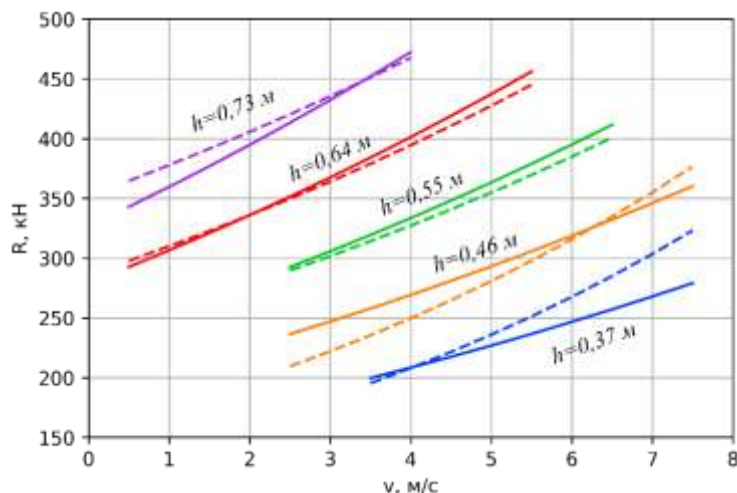
Определение сопротивления при движении ледокола во льдах на ранних стадиях проектирования осуществляется с использованием полуэмпирических моделей взаимодействия корпуса судна с ледяным покровом. Такие модели включают в себя безразмерные коэффициенты, отражающие достоверность каждого из членов уравнения. Самым точным инструментом настройки таких моделей является натурный эксперимент. Однако данный метод исследования подразумевает под собой вывод из эксплуатации судов во время навигации, что в свою очередь несет огромные финансовые издержки. Данный факт делает актуальным использованием физического эксперимента в опытовом ледовом бассейне для настройки полуэмпирических моделей взаимодействия ледоколов со льдом.

В качестве модели для настройки использовался метод Грамузова Е.М. [1] с исключенным слагаемого, отвечающего за сопротивление от снежного покрова на льду:

$$R(v, h) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m [k_{pv} r_{pv}(v_i, h_j) + k_{pct} r_{pct}(v_i, h_j) + k_{ov} r_{ov}(v_i, h_j) + k_{oct} r_{oct}(v_i, h_j)].$$

Для настройки модели используются модельные проекта 1105, проведенные в опытовом ледовом бассейне НГТУ им. Р.Е. Алексеева. В правую часть уравнения подставляются пересчитанные на натуру скорость и толщина льда, а в левую полученные величины сопротивления движения судна. Нахождение коэффициентов уравнения производится при помощи метода множественной линейной регрессии. На рис.1 показаны результаты настройки моде-

ли по натурным испытаниям. Сплошными линиями обозначены значения полученные при настройке модели, а пунктиром – значения сопротивления ледокола, полученные после пересчета с модельного эксперимента.



**Рис. 1. Кривые сопротивления при движении ледокола проекта 1105 в сплошном льду**

В результате исследования для ледокола проекта 1105 были получены следующие значения коэффициентов:  $k_{pv} = 3,19 \cdot 10^6$ ;  $k_{pсм} = 1,13 \cdot 10^6$ ;  $k_{рсм} = 2,34$ ;  $k_{осм} = 4,43$ .

**Исследования выполнены в рамках проекта проекту РНФ № 22-19-00376 «Экспериментально-теоретическое исследование полуэмпирических моделей взаимодействия судов со льдом».**

Ионов Б.П., Грамузов Е.Н. Ледовая ходкость судов: Монография. – СПб.: Судостроение, 2001.– 512 с.

УДК 656.62

ВАЛЯЕВ А.В., ЛУКИНА Е.А., ФЕДОСЕНКО Ю.С.

## **ОБ ОЦЕНКЕ УГРОЗЫ ЗАТОПЛЕНИЯ СУДНА В СУДОВОЙ СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

Волжский государственный университет водного транспорта

Обеспечение безопасности судоходства является непреходящей актуальности задачей водного транспорта. В сведениях об аварийности с судами на внутренних водных путях, представленных Ространснадзором, указано, что происшествия, связанные с затоплением судов, в большинстве случаев являются авариями.

Согласно статье 30 «Кодекса внутреннего водного транспорта Российской Федерации» решение о покидании судна принимает капитан. Делает же это он, опираясь на собственные знания и опыт.

Анализ профильной научной литературы и нормативных документов показывает, что в настоящее время отсутствует критерий оценки опасности аварийной ситуации на судне при затоплении, позволяющий своевременно принять решение об оставлении судна. Соответственно, для сохранения жизни и здоровья пассажиров и экипажа судов, в целях снижения отрицательного влияния «человеческого фактора» на безопасность судоходства, актуальной

является задача построения объективного критерия оценки опасности затопления судна в режиме реального времени.

В процессе проектирования судна для анализа его остойчивости при расчетных состояниях нагрузки традиционно используется диаграмма статической остойчивости (ДСО). В виде графика ДСО может быть представлена как зависимость восстанавливающих моментов или их удельных величин (плеч статической остойчивости) при различных углах крена судна. Именно с ДСО работают судоводители в процессе эксплуатации судна.

Качественное определение возможных состояний остойчивости судна в зависимости от численных значений углов крена, характеризующих непосредственно типовые ДСО для пассажирских судов, описано в работе [1]. Выполненный же авторами анализ ДСО (в рамках речного пассажирского судна массового проекта) позволил выделить на ДСО конкретные точки, характеризующие изменение интенсивности остойчивости, которые, в свою очередь, позволили построить кривые интенсивности изменения пороговых значений характеристик поперечной остойчивости судна.

Таким образом, появилась возможность в режиме реального времени через кривые интенсивности изменения пороговых значений характеристик поперечной остойчивости судна – индикаторы риска затопления судна – адекватно оценивать степень опасности затопления судна.

Алгоритмы расчета и построения предложенных кривых, с целью оценки опасности их сближения со значением текущего угла крена, входят в состав программной компоненты [2] судовой системы поддержки принятия решений.

### ***Библиографический список***

1. Ершов А.А. Способы выживания людей при морских и речных авариях // Вестник Государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2016. – № 4 (38). – С. 15–22.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022612189. Программа для построения кривых интенсивности изменения пороговых значений характеристик остойчивости речного водоизмещающего судна / А.В. Валяев, А.Г. Ключев, Е.А. Лукина; заявитель и правообладатель ООО «Научно-производственная фирма «Штурвал». – № 2021681054; заявл. 17.12.2021; опубл. 08.02.2022. – 1 с.

УДК 629.124

ВОИНКОВ Н.В.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ КРЕНОВОЙ И ДИФФЕРЕНТНОЙ СИСТЕМ ДИЗЕЛЬ-ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЛЕДОКОЛА ДЛЯ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Неотъемлемой частью освоения территории за полярным кругом являются перевозки людей и оборудования по морю. Основным способом обеспечения перевозки являются ледоколы и суда ледового плавания. Строительство и проектирование ледокола – это сложнейшая и дорогостоящая инженерная задача. Дальнейшее развитие СМП является ледокольное обеспечение судоходства.

При проектировании судов ледового плавания и ледоколов актуальным вопросом остается влияние крена и дифферента на мореходные качества. Крен и дифферент являются нежелательными явлениями, так как затрудняют обслуживание механизмов и устройств, нарушают работу котлов, сказываются на ходкости и управляемости судна.

Поэтому одной из важнейших проблем разработки при проектировании ледоколов, эксплуатирующихся в сплошных ледяных полях, является необходимость в проектирование системы для обеспечения комфортной эксплуатации судна.

В ходе данной работы для ледокола класса КМ Icebreaker7[1] AUT1 были проанализированы, рассмотрены принципы работы креновой и дифферентной систем, разобраны их механизмы и составляющие. Так как судно способно проходить в сплошном льду толщиной 1.5 м, вероятность застрять велика. Во избежание этого проектируется данная система. Также был рассмотрен принцип проектирования, выбраны его способы. В ходе эксплуатации ледокола данные системы имеют важное значение для работы судна и выполнения поставленных задач. Основные характеристики спроектированного судна:

- $L = 97,6$  м - длина судна;
- $B = 24,8$  м - ширина судна;
- $T = 7,98$  м - осадка судна;
- $H = 11,6$  м - высота надводного борта;
- $\delta = 0,56$  - коэффициент общей полноты судна;
- $D = 11724$  т - водоизмещение судна в полном грузу.

Был произведен расчет и разработана креновая и дифферентная система судна, с последующим выбором оборудования для обеспечения правильной работы систем. Произведена оценка показателей работы системы при различных условиях эксплуатации ледокола.

Проанализированные данные к требованиям и принципы работы систем позволяют лучше понимать, как устроена важнейшая система ледокола, позволяющая судну не застрять во льдах и не терять своих мореходных качеств.

### *Библиографический список*

1. Правила классификации и постройки морских судов / Российский Морской Регистр Судоходства, 2023 г.
2. **Александров А.В.** Судовые системы/ А.В. Александров, Ленинград 1962г., 429 с.

УДК 629.124

ВОЛКОВ А.Н., КНЯЗЬКОВ В.В.

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫСЛОВОГО СУДНА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для промыслового судна задача определения его основных элементов может быть сформулирована следующим образом: определить размеры судна, форму корпуса, потребное количество балласта и его размещение, принципиальную компоновку основных отсеков судна, а также принципиальное размещение расходоуемых запасов топлива и воды [1]. Полученное решение должно обеспечивать наилучшее значение критерия экономической эффективности. При этом должны выполняться требования к плавучести, посадке, остойчивости и качки в основных эксплуатационных состояниях нагрузки судна. Правилами [2] определены, например, следующие случаи загрузки, при которых должна проверяться остойчивость рыболовных судов:

- выход на промысел с полными запасами;
- возвращение с промысла с полным уловом в трюме и на палубе, если палубный груз предусматривается проектом, и с 10 % запасов;
- возвращение с промысла с 20 % улова в трюме или на палубе с 70 % нормы льда и соли и с 10 % запасов;



- выход из района промысла с полным грузом и с количеством запасов, обеспечивающих осадку судна по грузовую марку.

Для судов, ведущих промысел сетями, для всех указанных случаев загрузки должны быть предусмотрены мокрые сети на палубе.

Полагаются известными (из результатов предварительного анализа) районы промысла и их удаленность, организация работы судна в различных районах, а также номенклатура выпускаемой судном рыбной продукции или полуфабриката.

На рис. 1 приведена принципиальная блок-схема для определения оптимальных элементов рыболовного судна. Расчетная модель состоит из 29 блоков, которые структурированы в пять укрупненных разделов и позволяют рассчитать все необходимые элементы судна и параметры, входящие в функции ограничений и критерия эффективности судна.

В оптимизируемые элементы включены главные размерения судна. Система ограничений состоит из нескольких характерных групп. В первую очередь - это двусторонние ограничения главных размерений и их соотношений. Следующая группа ограничений связана с указанными в техническом задании на проектирование характеристиками судна или диапазона их возможных значений, например, скорость при расчетном водоизмещении должна быть не меньше минимально допустимой. В расчетах также учитываются ограничения, связанные с требованиями к высоте надводного борта, посадке судна, остойчивости и качке.

Для промысловых судов особенно важна оптимальная нагрузка, которая должна обеспечиваться сбалансированным количеством груза и топлива, чтобы судно могло максимально эффективно использоваться в условиях ограниченной мощности и расстояния до места выгрузки рыбы. Оптимальное использование дедефта позволяет обеспечить максимальную прибыльность промысла, снизить расходы на топливо и другие эксплуатационные расходы, а также увеличить производительность работы судна.

В качестве критерия экономической эффективности приняты приведенные затраты, отнесенные к количеству добытой рыбы, учитывающие как стоимость постройки судна, так и эксплуатационные расходы.

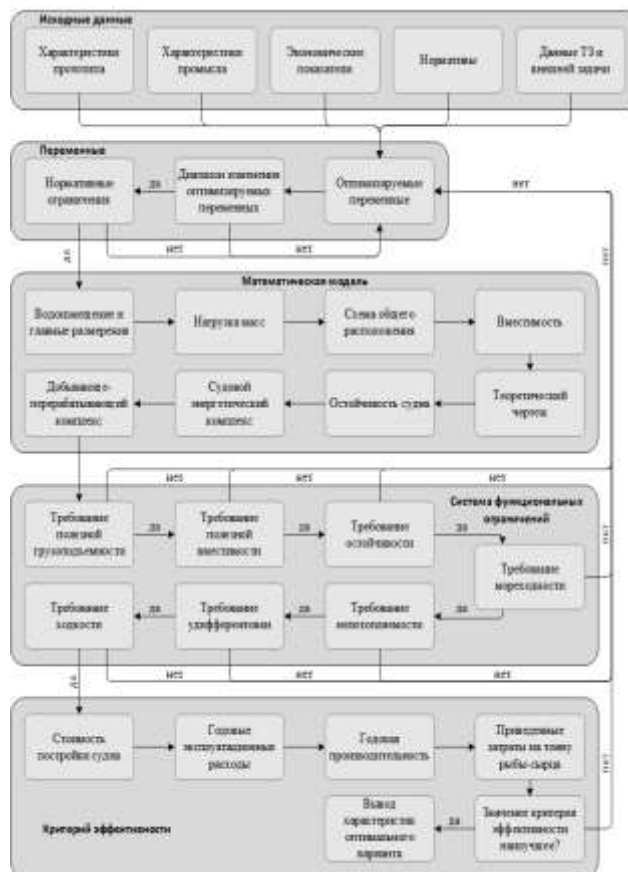


Рис. 1. Принципиальная блок-схема оптимизации элементов промыслового судна

Для тестирования разработанного алгоритма в качестве судна-прототипа использовался малый рыболовный траулер проекта Т30В [3]. Класс судна РС КМ ★ Ice 3 R1 Fishing vessel Российского Морского Регистра Судоходства. Поставленная задача определения оптимальных элементов промыслового судна была решена с использованием встроенной в среду *MS Excel* программы *Solver* (*Поиск решения*).

### **Библиографический список**

1. Пашин, В.М. Оптимизация судов / В.М. Пашин. Л.: Судостроение, 1983. – 296 с.
2. Правила классификации и постройки морских судов. Российский морской Регистр судоходства. – СПб, 2022.
3. Волков, А.Н. Особенности формы корпуса рыболовного траулера /А.Н. Волков, В.В. Князьков // Будущее технической науки. Сборник материалов XXI Всероссийской молодежной научно-технической конференции, посвященной 105-летию Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. Нижний Новгород, 2022. – С. 267-269.

УДК 532.5.013.3

ДМИТРИЕВА О.В.

## **ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛЯ ДАВЛЕНИЙ И СКОРОСТЕЙ ВБЛИЗИ ДВИЖУЩЕГОСЯ СУДНА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью работы является определение поля давлений и скоростей в жидкости при движении корпуса водоизмещающего судна с постоянной скоростью ( $Fr < 0,32$ ) в тихой воде.

Работа выполнена с использованием классических методов механики жидкости и газа [1], методов конечных элементов (объёмов) в программном комплексе Ansys Fluent [2] и с применением системы 3D – моделирования SolidWorks (построение твердотельной модели корпуса судна) [3]. Численное моделирование выполнялось для обращенного движения. Для анализа результатов численного моделирования построены графики зависимости исследуемых характеристик от координат (абсолютное и избыточное давление, проекции скорости частиц жидкости).

На первом этапе вместо корпуса реального судна использовалась твёрдотельная модель эллипсоида вращения с полуосями  $a*b*c=5*5*50$  и исследовалось влияние следующих факторов: размеры расчётной области, наличие сил тяжести (безграничная жидкость и движение по поверхности раздела сред вода-воздух), вязкость жидкости и модели турбулентности, положение контрольной точки для оценки сходимости, скорость движения невозмущённого потока. Физика этих процессов в настоящее время хорошо изучена. Это облегчило анализ получаемых результатов, поиск и устранение ошибок работы Ansys Fluent.

На втором этапе в качестве объекта исследования взят автомобильно-пассажирский паром проекта CNF22 (длина по КВЛ 114,75 м; ширина габаритная 17,91 м, осадка по ГВЛ 4,50 м). Выбор этого проекта обусловлен доступностью результатов буксировки модели судна (линейный масштаб 1:50) в опытовом бассейне АО КБ "Вымпел". Для исключения масштабного эффекта создавалась твёрдотельная модель испытанной модели, а размеры расчётной области соответствовали размерам бассейна. В процессе численного моделирования варьировала скорость и вычисляла силу сопротивления.

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы: получены практические навыки работы в Ansys Fluent; получена информация о трудоёмкости выполненных расчётов и о требованиях к вычислительным системам; выполнена количественная

оценка погрешности результатов расчёта; получены количественные характеристики поля давлений и скоростей для рассмотренных расчётных случаев, получена уверенность в эффективности и перспективности используемого метода расчёта поля скоростей и давлений вблизи движущегося судна.

### *Библиографический список*

1. **Войткунский, Я.И.** Сопротивление движению судов: учеб. для вузов по спец "Судостроение и судоремонт" и "Гидроаэродинамика" / Я. И. Войткунский 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Судостроение, 1988. - 286, с.
2. **Чижиумов, С.Д.** Проблемы гидродинамики корабля (численное моделирование): учеб. пособие / С. Д. Чижиумов, И.В. Каменских, А.Д. Бурменский; ФГБОУ ВО «КНАГТУ» – Комсомольск-на-Амуре, 2016 г. – 122 с.
3. **Князьков, В.В.** Компьютерные технологии в кораблестроении: учеб. пособие / В.В. Князьков; НГТУ им. Р.Е. Алексеева – Н. Новгород, 2015 г. – 130 с.

УДК 629.124.

ЖИРЯКОВ А.С.

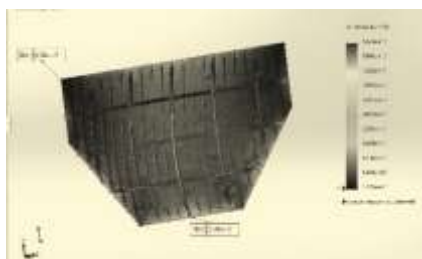
### **МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КОРПУСА И РАСЧЕТЫ ПРОЧНОСТИ В SOLIDWORKS**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

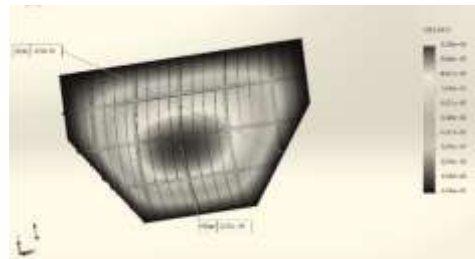
При проектировании корпусов судов необходимо обеспечивать достаточную и по возможности одинаковую надежность всех конструкций на полный срок эксплуатации при различной величине износов. При этом необходимо использовать надежные методы расчета прочности отдельных конструкций, дающие результат необходимой точности. Системы автоматизированного проектирования значительно упрощают решение поставленной задачи и обеспечивают необходимую точность. Поэтому моделирование конструкции и расчеты прочности в САПР являются актуальными.

В качестве примера в данной работе приведены результаты расчета водонепроницаемой переборки, используя модуль SolidWorks Simulation. Поставленная задача решалась в следующей последовательности: создание геометрической модели переборки (режим многодетальной детали), создание конечно-элементной модели (создание сетки элементов, задание кинематических и граничных условий), расчет и анализ полученных результатов. В нашем случае по всему периметру переборки выбрано жесткая заделка, а в качестве расчетной нагрузки выбрано давление воды на переборку при затоплении отсека.

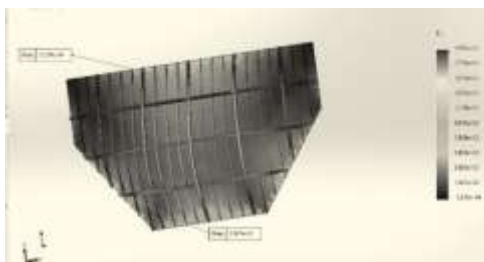
В результате расчета получены эпюры напряжений, перемещений и деформаций модели водонепроницаемой переборки (рис. 1,2,3), позволяющая сделать вывод о выполнении требования прочности и надежности конструкции.



**Рис. 1. Эпюра напряжений**



**Рис.2. Эпюра перемещений**



**Рис. 3. Эпюра деформаций**

Рассмотренный пример показывает, что применение модуля SolidWorks Simulation подходит для решения задач обеспечения прочности и надежности конструкций.

### ***Библиографический список***

1. Князьков, В.В. SolidWorks/COSMOSWorks Компьютерное моделирование и инженерный анализ методом конечных элементов: учеб. пособие / В.В. Князьков; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2010. – 216 с.
2. Князьков, В.В. SolidWorks. Проектирование судов: учеб. пособие / В.В. Князьков; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2018. – 228 с.

УДК 629.124

КОЛДАШОВА Д.А.

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМЫ КОРПУСА КРАБОЛОВНЫХ СУДОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

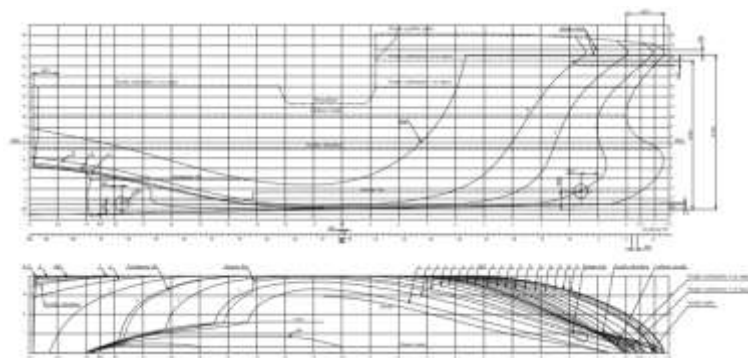
Анализ возрастной структуры российского краболовного флота показывает, что флот по добыче краба физически и морально устарел: средний возраст флота равен 31,5 лет, при этом в эксплуатации находится более 80% судов, превышающих нормативный средний возраст эксплуатации краболовного судна, 25 лет. Поэтому проектирование и создание промысловых судов является актуальной темой.

Промысловые суда отличаются от транспортных прежде всего наличием специального оборудования, предназначенного для добычи, приема на борт, транспортированию по судну, переработки улова и хранения готовой продукции при заданных температурных режимах, а также особенностями формы корпуса.

Обводы корпуса представляют собой совокупность криволинейных поверхностей обтекаемой формы, обеспечивающих наименьшее сопротивление воды и воздуха движению судна. Обычно носовая часть корпуса значительно острее кормовой, а подводная часть острее надводной. Иногда для уменьшения волнового сопротивления судну придается бульбообразная форма носовой оконечности.

Промысловым судам для улучшения поворотливости, защиты гребных винтов и в целом для облегчения ведения промысла придается конструктивный дифферент. Конструктивный дифферент представляет собой наклон килевой линии судна в нос или в корму [1].

Спроектированное краболовное судно класса КМ☉ ICE3 [1] R1 AUT1 (REF) Fishing vessel с основными характеристиками: длина 66,9 м, ширина 16,6 м, осадка 7,2 м, высота борта 10,3 м, имеет конструктивный дифферент на корму и бульбообразную форму носовой оконечности. (рис. 1).



**Рис. 1. Обводы проектируемого судна**

Выбор данной формы корпуса для проектируемого судна позволяет достичь минимального сопротивления при оптимальной скорости хода, улучшить устойчивость на курсе, беспрепятственно вести постановку и выборку крабового порядка.

**Раков, А.И.** Особенности проектирования промысловых судов/ А.И. Раков. — Ленинград.: Судостроение, 1966. - 143 с.

УДК 629.12.001(031)

КОРЖЕНЕВСКАЯ Д.С., САВИНЫХ О.И., ЛОКТЕВ А.В.

### **ПОСТРОЙКА МОРСКИХ БУРОВЫХ УСТАНОВОК НА НЕСПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ВЕРФИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Особенностью морских плавучих буровых установок являются их большие массогабаритные характеристики и насыщенность сложным технологическим и эксплуатационным оборудованием. Сложность транспортировки таких сооружений к месту эксплуатации вынуждает производить сборку как можно ближе к месту будущей эксплуатации. Интересен в этом отношении опыт разработки технологии и организации постройки полупогруженных буровых установок (ППБУ) и самоподъемных буровых установок (СПБУ) на заводе «Красное Сормово». Такая проработка проводилась с целью участия завода в тендере на их постройку для Каспийского бассейна.

Значительные затраты на транспортировку изготавливаемых конструкций из Нижнего Новгорода до Каспийского моря могли быть компенсированы технологическими возможностями завода и большим опытом строительства судов и сложных технических сооружений. В связи с особенностями конструкций ППБУ и СПБУ для разработки технологии строительства привлекались специалисты научно-исследовательского института (НИИ) технологии судостроения.

В результате технико-экономического анализа ситуации была разработана следующая схема организации постройки. За основу был принят блочный метод постройки. Основным ограничительным условием разбивки на блоки было то, что при транспортировке по водным путям габариты сборочных единиц не должны превышать по ширине 27 м и по высоте 13,5 м. Поэтому общая сборка буровых установок предусматривалась на сдаточной базе в дельте р. Волга.

Из всех сборочно-монтажных единиц (СМЕ) только понтоны нижнего строения являются водоизмещающими плавучими конструкциями (габариты: длина 92 м, ширина 15 м, масса 520 т). Эти конструкции могут быть спущены на воду через трансбордер и буксиро-

ваться к точке формирования ППБУ без применения специальных средств. Прочие конструкции буровой установки требуют применение специального транспортно-технологического средства для обеспечения спуска и транспортировки в зону формирования буровой установки.

Анализ вопросов постройки и транспортировки СМЕ показал, что основной проблемой является погрузка неплавучих СМЕ на специальное транспортное судно.

В связи с этим проблема спуска СМЕ буровых установок была решена следующим образом. Пересадка спускаемой конструкции, заложенной и передвигаемой на стандартных стапельных опорах, производится на установленное на трансбордере транспортное судно. Но для этого необходимо было проложить дополнительные судовозные пути и оборудовать специальную погрузочную площадку.

В результате разработки технологии и организации постройки была обоснована технико-экономическая целесообразность участка завода «Красное Сормово» в создании морских буровых установок.

### *Библиографический список*

1. **Локтев А. В.**, Технология строительства морских нефтегазовых сооружений/ А. В. Локтев, Д. Н. Варсеев-Нижегород: НГТУ им. Р. Е. Алексеева. 2022.
2. **Лобаев С. Ф.** Формирование самоподъемной плавучей буровой установки/ С. Ф. Лобаев и др. // Технология судостроения. 1990.№9

УДК 629.124

МАСЛОВ Н.Р.

## **ВЛИЯНИЕ ЛЕДОВОГО КЛАССА НА МАССУ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СУДНА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Главной тенденцией развития грузового флота в северных акваториях является увеличение скорости доставки груза в порты и уменьшение расходов на их доставку. Для достижения данных задач на линиях используют крупнотоннажные суда с ледовым классом Arc5 и выше.

В 2019 году вышло Распоряжение Правительства Российской Федерации, задающее вектор развития Северного морского пути (СМП). На СМП планируется постройка портов-хабов Мурманск и Петропавловск-Камчатский, между которыми могут самостоятельно ходить суда ледовым классом не менее Arc6.

Для эффективной работы линии необходимо обеспечение грузопотока от буровых платформ до портов-хабов на судах с наибольшей экономической эффективностью. Такие суда должны иметь высокий ледовый класс для самостоятельной навигации, высокую скорость хода и максимальную грузоподъемность.

К тому же Минпромторг доработал статью 4 «Кодекса торгового мореплавания Российской Федерации». Документом, опубликованным на федеральном портале правовых актов, предусматривается, что только суда российского производства могут осуществлять морские перевозки нефти, природного газа (в том числе в сжиженном состоянии), газового конденсата и угля, добытых на территории Российской Федерации и (или) на территории, находящейся под юрисдикцией Российской Федерации, в том числе на континентальном шельфе Российской Федерации. Данные поправки вступили в силу с 1 января 2019 года.

Исходя из этого можно сделать вывод что проектирование и постройка судов с высоким ледовым классом для их независимой работы на просторах северных акваторий являются актуальными, так как просто зафрахтовать судно для грузоперевозок уже не получится.

В данной работе была разработана конструкция корпуса арктического танкера с ледовыми классами от Arc4 до Arc7 и вычислена их масса.

Основные характеристики спроектированного судна:

- $L = 211$  м - длина судна;
- $B = 30$  м - ширина судна;
- $T = 12,5$  м - осадка судна;
- $H = 18$  м - высота надводного борта;
- $\delta = 0,835$  - коэффициент общей полноты судна;
- $D = 67750$  т - водоизмещение судна в полном грузу.

Произведена оценка влияния ледовой категории на массу корпуса судна, позволяющая учитывать параметры формы, главные размерения, прочностные свойства стали и другие характерные особенности судна, а также были получены коэффициенты пересчёта при переходе с одного ледового класса на другой.

Полученные результаты можно использовать на начальных этапах проектирования для облегчения нахождения массы корпуса.

### **Библиографический список**

1. Правила классификации и постройки морских судов / Российский Морской Регистр Судоходства, 2023 г.
2. Таровик О.В. Методика определения масс конструкций ледовых усилений транспортных судов на ранних стадиях проектирования, Санкт-Петербург 2015 г.

УДК 629.124

ПАНАКУШИН.М.А., ПАНЧЕНКО.М.А., КИСЕЛЁВ А.В., ХОХЛОВ Д.А.

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХОДКОСТИ РЕЧНОГО ЛЕДОКОЛА**

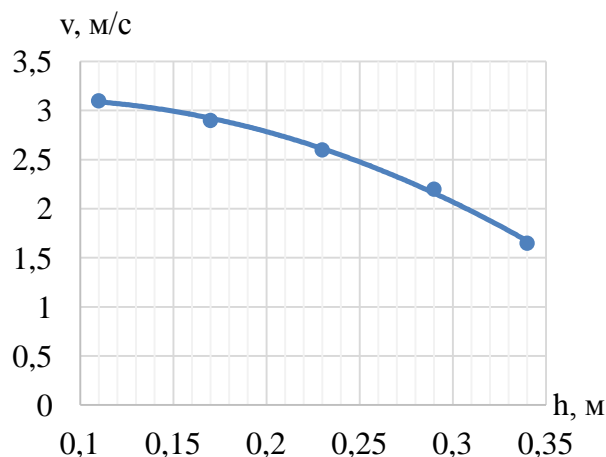
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время, несомненно, актуален вектор развития в сторону исследования арктического региона. Проведение модельных испытаний является наиболее доступным способом для исследования ледопроеходимости судов на ранних этапах проектирования. Использование малого опытового бассейна открытого типа кафедры «Кораблестроение и авиационная техника» НГТУ, который имеет гравитационную систему буксировки, позволяет проводить исследования с малыми затратами, по сравнению с большими бассейнами.

**Таблица 1**

**Характеристика натурного и модельного судна проекта 16**

Характеристики	Пр.16	Модель пр. 16 (М 1:35)
Длина судна по КВЛ $L_{КВЛ}$ , м	44,7	1,28
Ширина судна по КВЛ $B$ , м	11,4	0,33
Высота борта $H$ , м	4,0	0,11
Осадка $T_{max}$ , м	2,72	0,078
Водоизмещение, $D$	777	18,1
Предельная толщина льда, см	35-40	0,04



**Рис. 1. Кривые ледопроеходимости натурального судна**

В процессе модельных испытаний исследовалась ледовая ходкость судна 16 проекта с помощью модели, выполненной в масштабе 1:35. В качестве модели льда использовался тонкий естественный лед, намораживаемый при отрицательных температурах воздуха. Основные характеристики ледокола и модели приведены в табл. 1.

В процессе экспериментального исследования фиксировались следующие параметры: сопротивление движения, определяемое весом буксировочного груза, скорость движения, регистрируемое оптическим датчиком и АЦП, средняя толщина ледяного покрова, температура воды и воздуха.

В результате проведения экспериментальных исследований были получены данные, по результатам которых построены кривые сопротивления модели ледокола пр. 16, результаты пересчитаны на натурное судно по упрощенной методике без разделения на составляющие сопротивления [2] и построены кривые ледопроеходимости (рис. 1). Результаты экспериментальных исследований будут использоваться для настройки полуэмпирических моделей по взаимодействию судов со льдом.

Исследования выполнены в рамках проекта проекту РНФ № 22-19-00376 «Экспериментально-теоретическое исследование полуэмпирических моделей взаимодействия судов со льдом».

### ***Библиографический список***

1. Ионов Б.П., Грамузов Е.Н. Ледовая ходкость судов: Монография.– СПб.: Судостроение, 2001.– 512 с.
2. Калинина Н.В. Экспериментально-теоретические исследования ледовой ходкости судов // «Neftegaz.RU», №11, 2022. С.

УДК 629.124

ПАНЧЕНКО М.А., ПАНАКУШИН М.А., ШАГАЛОВ В.С.

### **МОДЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ЛЕДОКОЛА ПРОЕКТА 1191 В ТОНКОМ ЕСТЕСТВЕННОМ ЛЬДУ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Борьба за ресурсы арктического шельфа с каждым годом ужесточаются, особенно в условиях обострившейся международной конкуренции. Это сказывается на развитии ледокольной промышленности как наиболее эффективного инструмента обеспечения транспорт-



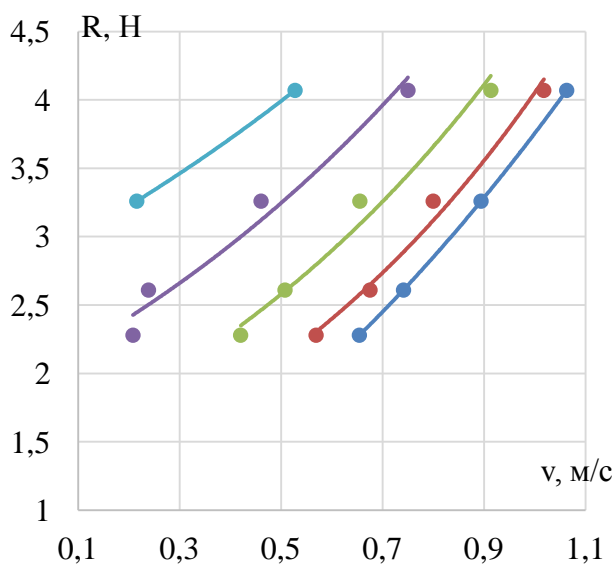
ной и хозяйственной деятельности. Поддержание круглогодичного судоходства по Северному морскому пути невозможно без создания и модернизации ледокольных судов.

Модельные испытания являются неотъемлемой частью определения ледовых качеств судов на ранних этапах проектирования.

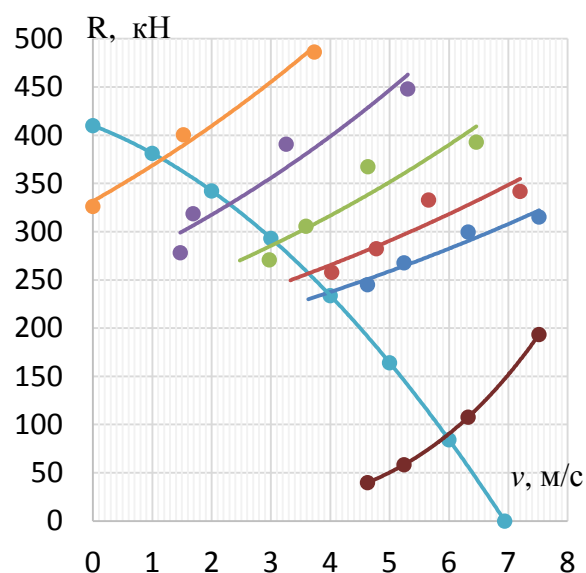
На кафедре «Кораблестроение и авиационная техника» НГТУ, в опытовом бассейне открытого типа проводилось экспериментальное исследование ходкости ледокола проекта 1191 с использованием модели в масштабе 1:50.

В качестве модели льда был выбран тонкий естественный лед. О возможности использования данной модели льда указывал Л.М. Ногид [1, 2]. Особенность тонкого естественного льда заключается в том, что при уменьшении толщины ледяного поля, увеличивается его прочность. Повышенную прочность можно компенсировать уменьшением толщины ледяного покрова [3].

Сопротивление движению модели в зависимости от толщины льда и скорости приведены на рис 1. Пересчет полученных экспериментальных данных на натурное судно был выполнен по упрощенной методике без экспериментального разделения сопротивления на сопротивление разрушения и обломков льда (рис. 2).



**Рис. 1.** Сопротивление модели ледокола пр.1191 при движении в сплошном льду



**Рис. 2.** Сопротивление ледокола пр.1191 при движении в сплошном льду

Исследования выполнены в рамках проекта проекту РНФ № 22-19-00376 «Экспериментально-теоретическое исследование полуэмпирических моделей взаимодействия судов со льдом».

### *Библиографический список*

1. Зуев В.А., Беляков В.Б., Грамузов Е.М. Способ испытания моделей судов ледового плавания / А.с. № 1071515 от 07.02.84. Опубл. 07.02.84, Бюл. № 5.
2. Ионов Б.П., Грамузов Е.Н. Ледовая ходкость судов: Монография.– СПб.: Судостроение, 2001.– 512 с.
3. Зуев В.А., Грамузов Е.М. Новые подходы к моделированию ледовой среды при модельных испытаниях судов // Полярная механика. г. Владивосток, 2016.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АМФИБИЙНЫХ ЭКРАНОПЛАНОВ В ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ РОССИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

России обладает огромной территорией, богатой природными ресурсами и множеством населенных пунктов, расположенных на берегу моря или рек.

Как известно, по южной границе проходит железнодорожная магистраль, а также имеется множество рек, расположенных в меридианном направлении от нее, образуя своего рода транспортную гребенку.

В связи с этим, транспортировка грузов и пассажиров является одной из важнейших задач для развития экономики и обеспечения комфортных условий для жителей региона. Использование амфибийных экранопланов в транспортной системе может стать эффективным решением этой задачи.

С этой целью предложена разработка пассажирского амфибийного экраноплана для магистральных рек России. Судно спроектировано на класс Российского Классификационного Общества  $\Psi P1,2/0,4$  экраноплан. Экипаж 4 человека, пассажирских мест на 102 человека. Крейсерская скорость на чистой воде 200 км/ч, дальность полета до 1000км. Энергетическая установка раздельного типа, в нее входят стартовые, для образования воздушной подушки, и маршевые двигатели.

Такой экраноплан может эффективно использоваться для перевозки генеральных грузов и пассажиров по магистральным рекам и крупным их притокам, обходя препятствия и двигаясь вне фарватера, в отличие от обычных судов.

Стоит отметить, что для него не требуются специально оборудованные причалы, и, как некогда распространенные теплоходы Заря, способны выходить на любые береговые площадки, что делает их менее требовательными в эксплуатации, позволяет добраться до мест, недоступных для других видов транспорта.

Также можно вспомнить, что водный транспорт отличается характерной особенностью – сезонностью, это связано с замерзанием акватории в зимний период времени, что значительно осложняет движение судов и отрицательно влияет на объемы грузо-пассажирооборота.

Однако использование амфибийных экранопланов в транспортной системе может значительно снизить этот недостаток.

Благодаря своей способности перемещаться как по воде, так и по суше, эти суда могут продолжать работать круглый год, несмотря на замерзание акваторий, позволяя поддерживать навигацию в любое время года.

Кроме того, экранопланы обеспечивают комфортное и безопасное путешествие для пассажиров.

Во-первых, они могут избежать проблем, связанных с турбулентностью и волнением, а перегрузки во время полета не превышают регламентированных для магистральных самолетов.

Во-вторых, они могут обеспечить хорошую изоляцию от шума и вибрации, что уменьшает утомляемость и повышает комфорт пассажиров во время длительных поездок.

**ТРУДНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ АМФИБИЙНЫХ  
ЭКРАНОПЛАНОВ: ВАЖНОСТЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Амфибийные экранопланы отличаются способностью использовать широкий спектр режимов движения, включая «ползание» по суше, плавание, глиссирование, полет вблизи экрана и полет за его пределами.

Несмотря на обширные теоретические исследования аэродинамических эффектов близости экрана к характеристикам крыла, иностранные эксперты, такие как Т. Каарио, А. Липпиш, Р. Галлингтон и др. пришли к выводу, что эксперименты остаются основным и наиболее надежным методом исследования этих режимов, прежде всего вследствие сложности указанной проблемы, трудно разрешимой только теоретическим путем и при ограниченном объеме систематических (параметрических) опытных данных для их обобщения, [1].

Поэтому в работе над пассажирским амфибийным экранопланом для магистральных рек России были спроектированы его катапультируемая модель в масштабе 1/96 и радиоуправляемая модель – 1/24.

Хотя немногие современные экранопланы способны использовать все эти режимы движения т.к полет вне экрана крайне неэффективен, на проекте остается реализованным широкий диапазон различных их комбинаций, который усложняет экспериментальные исследования, потому что каждому из них соответствуют принципиально различные законы изменения действующих сил и законы подобия явлений [1].

Кроме того, переходные процессы, возникающие при переходе между различными режимами работы, создают дополнительные проблемы для их теоретического изучения. Иностранные эксперты, такие как Х. Вейлаида и А. Липпиш, предположили, что только использование моделей различного масштаба, от небольших, продуваемых в трубах до многотонных пилотируемых моделей, может предоставить необходимые данные для достаточно надежного понимания ожидаемых качеств экраноплана.

Поэтому для получения характеристик проектируемого судна были использованы различные экспериментальные методы: испытания моделей подъемного комплекса в опытном бассейне, испытания катапультируемой модели, а также радиоуправляемой самоходной модели.

По результатам проведения испытаний, которых были получены результаты статических характеристик: определение центра тяжести, остойчивость, работы двигателей; а также ходовых: сопротивления на суше, воде, снегу, дистанция разбега на разных типах поверхности и скорость отрыва, маневренные качества.

---

Современные методы экспериментальных исследований крыла и аппарата вблизи экрана /[Электронный ресурс] //: [сайт]. — URL: <http://oobskspetsavia.ru/2015/11/11/sovremennyye-metody-eksperimentalnykh-issledovaniy-kryla-i-apparata-vblizi-ekrana/> (дата обращения: 10.04.2023).

## **ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКИ СКЕГОВОГО ТИПА НА ПНЕВМОБАЛЛОНАХ ДЛЯ ЭКРАНОПЛАНОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Экранопланы, благодаря использованию экранного эффекта, обладают заметными преимуществами в режиме полета, такими как высокая скорость и маневренность, а также возможность движения по любой ровной поверхности. Однако, при эксплуатации в водоизмещающем режим экранопланы наследуют как плюсы, так и минусы классических судов.

Экраноплан с шасси на воздушной подушке (ШВП) способен улучшить опыт эксплуатации этих судов, позволяя реализовать его, изначально заложенные Р.Е. Алексеевым, преимущества без особых требований к местам базирования, привязки к времени года и прочим условиям на реках.

Относительно новый способ создания воздушной подушки это использовании поддува, давление, как правило, нагнетается под крылом. Такая схема может считаться ограниченно амфибийной, т.к. такие суда способны выйти на необорудованные площадки, но с условием относительно твердого грунта.

Применение на экранопланах более классического способа, который подразумевает создание подушки под фюзеляжем, позволяет добиться полной амфибийности, а также снизить энергетические затраты на подъемный комплекс и маршевую установку.

Помимо этого для повышения надежности и безопасности, в качестве гибкого ограждения предлагаю использовать ограждения баллонетно-скегового типа и убираемыми щитками с его торцов.

В первую очередь это позволит снизить требование к прочности корпуса, т.к. ударные нагрузки, возникающие при контакте с поверхностью воды у гидросамолета, будут в значительной степени уменьшены работой подъемного комплекса экраноплана, а в случае его отказа баллоны способны равномерно распределить по площади ложементов, которым они крепятся к фюзеляжу. Использование баллонов позволяет упростить конструкцию днища, так как пропадает необходимость проектирования реданов.

По этому поводу значительный объем исследований гидродинамики глиссирующих пневмобаллонов был проведен в 70-е годы прошлого столетия в ЦКБ по СПК. Тогда была разработана специальная система реданирования баллонов, (обычно называемая «ёлочкой»), которая обеспечивает отрыв водяных струй от оболочки покрышки на режимах глиссирования на воде [1].

Использование классической воздушной подушки позволит упростить конструкцию экранопланов, а также повысить их надежность и безопасность.

---

Морозов, В. П., Спехов, П. Л. Проектирование скоростных судов с динамическими принципами поддержания [Текст] / В. П. Морозов, П. Л. Спехов — Нижний Новгород: Нижег. Госуд. Техн. Университет им. Р.Е. Алексеева, 2020 — 134 с.

## ПРОВЕДЕНИЕ ПРЕДМОДЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В САД И САЕ – СИСТЕМАХ ПРИ СОЗДАНИИ ЭКРАНОПЛАНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На данном этапе развития экранопланы не имеют достаточного числа прототипов и модельных испытаний, которые давали бы статистическую базу. Процесс проектирования периодически упирается в необходимость экспериментального подтверждения или уточнения информации. Изготовление модели, воссоздание условий подобным натурным и проведение модельных испытаний являются трудоёмкими, да и к тому же дорогостоящими процессами.

В ходе проектирования экраноплан может многократно корректироваться, что делает модельные испытания практически невозможными (исходя из нехватки персонала и слабого финансирования данной отрасли).

Стоит отметить, что методики проектирования экранопланов частично являются недоработанными, частично имеют гриф секретности. Имеющихся данных недостаточно для создания проработанного аппарата, поэтому иногда проектанту приходится экспериментировать при создании экраноплана. Т.к. экраноплан является симбиозом судна и самолёта, то и решения приходится сочетать из этих же сфер – обтекатели для создания плавных переходов между различными поверхностями и устранение за счёт этого больших завихрений, воздушная подушка или глиссирующее днище в качестве шасси, авиационные двигатели, судовой метод набора днища и т.д.

Для доработки и оптимизации методов исследований необходимо ввести дополнительный этап проектирования – предмодельные испытания. Для решения данной проблемы как раз и будут использоваться системы САД и САЕ – в качестве предмодельных испытаний [1]. В данных системах можно будет проверить теоретические расчёты на прочность, оптимальность аэрогидродинамической компоновки, оценка сходимости массовых характеристик и т.д. На рис. 1 представлен пример оценки зон с наибольшими потерями энергии (наличие завихрений). Художественные инструменты помогут визуализировать готовый продукт, чтобы заинтересовать потенциальных инвесторов. Подобный опыт уже был применён за рубежом. Результаты показали хорошую сходимость с теоретическими исследованиями [2].

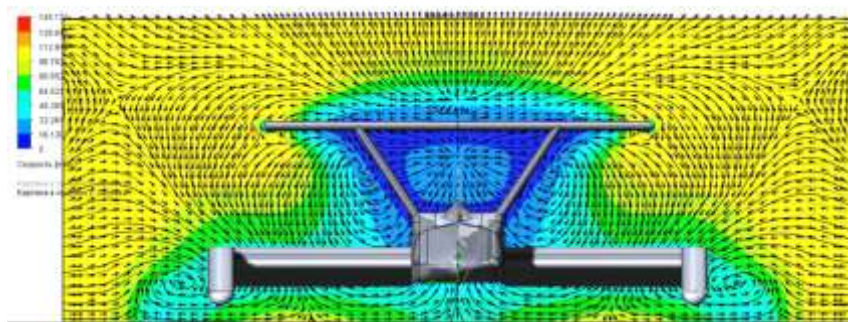


Рис.1. Оценка зон с наибольшими потерями энергии

### *Библиографический список*

1. Бугаев В.Г. Системы автоматизированного проектирования морской техники // Владивосток, Дальневосточный федеральный университет, ул. Суханова, 8: Практикум, 27.06.2019. - 118 с.
2. Wanga H., Teo C. J., Khoo B. C., Goh C. J. Computational Aerodynamics and Flight Stability of Wing-In-Ground (WIG) Craft // ELSEVIER. - 2013. - С. 16-24.

## **ОБОСНОВАНИЕ ТИПА ГРУЗОВОЙ ЕМКОСТИ ДЛЯ СУДНА-БУНКЕРОВЩИКА СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Отказ от традиционного тяжелого нефтяного топлива в качестве судового топлива в европейских водах уже неотвратим. Это связано с вступившими в силу требованиями Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ), жестко ограничивающие количество вредных выбросов судовых энергетических установок. В следствии этого наблюдается увеличение количества судов, использующих природный газ в качестве топлива, и, соответственно, увеличение количества бункеровщиков СПГ (сжиженного природного газа).

Для обеспечения экологической безопасности и безопасности экипажа СПГ на борту должен храниться в специальных резервуарах. В мировой практике различают четыре основных типа резервуаров для перевозки и хранения сжиженных природных газов: типы А, В, С и мембранные [1]. Следует подчеркнуть, что существует два принципиально различающихся способа хранения СПГ: не допускающий и допускающий повышение давления внутри грузовой емкости с хранящимся внутри нее сжиженным природным газом, что имеет место из-за возникновения отпарных газов, скапливающихся в пространстве резервуара над жидкой составляющей СПГ.

Первый способ предусматривает постоянный отбор образующегося отпарного газа и его утилизацию. Этот способ используется в емкостях типа А, В и в мембранных системах хранения. Главным преимуществом мембранных систем, в отличии от остальных, является более высокое значение использования внутреннего пространства судна. Но емкости данных типов предназначены только для изотермического хранения СПГ при давлении до 0,07 МПа и при температуре около минус 161 °С.

Второй способ хранения СПГ допускает повышение давления внутри емкости системы. Данный способ преследует цель установления термодинамического равновесия внутри емкости при определенном сочетании давления и температуры СПГ. Для СПГ это сочетание давления- температуры лежит где-то в пределах 4 бар и минус 145 °С. Этот способ используется в системах хранения с танками типа С, они позволяют хранить СПГ намного дольше.


На сегодня в мире использование мембранных танков на СПГ-газовозах является доминирующим по сравнению с другими типами емкостей. В то же время судно-бункеровщик, многократно принимает и отдает СПГ – бункерное топливо. Многочисленные операции по приему и выдаче бункерного топлива неизбежно приводят к нагреву последнего, возникновению отпарных газов и увеличению по этой причине давления внутри грузовой емкости. Тем самым использование мембранных емкостей в качестве грузовой системы бункеровщика сопряжено с необходимостью оперативно и практически постоянно утилизировать отпарной газ.

Таким образом, для обеспечения экологической безопасности целесообразно использовать вкладные цистерны типа С, так как при использовании танков типа С увеличивается время бездренажного хранения СПГ и тем самым обеспечивается надежность всей грузовой системы бункеровщика.

**ВЫБОР БЕЗОПАСНОЙ ГРУЗОВОЙ СИСТЕМЫ ТАНКЕРА ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ДАЛЬНОМ ВОСТОКЕ И В СЕВЕРНЫХ РАЙОНАХ РОССИИ**

Нижегородский государственный технический университет Р. Е. Алексеева

Танкеры относятся к числу наиболее распространенных судов морского транспортного флота. Выбор оптимальной и безопасной для эксплуатации танкера грузовой системы важен и актуален, так как влияет не только на безопасность перевозки груза, но и судна в целом, а также на сохранение жизни экипажа.

Основной целью данной работы является: обосновать выбор типа и оборудования грузовой системы танкера с учетом безопасной эксплуатации на примере морского танкера действом 4500 тонн класса КМ  Arc4 [1] AUT1-ICS для Дальнего Востока и северных районов России.

Подобрана грузовая система линейного типа. Так как эта система надежнее в эксплуатации, она позволяет транспортировать большее количество сортов груза. В последнее время все большее применение находит раздельная грузовая система единичных танков с использованием погружных насосов, так как благодаря этому отпадает необходимость в устройстве насосного отделения. Обеспечивается большая грузоподъемность и грузовместимость судна. Назначение судна перевозка и выдача одновременно до 4 сортов нефтепродуктов, поэтому эта система идеально подходит для проектируемого танкера [1].

В каждом грузовом и отстойном танках будут предусмотрены погружные насосы с электроприводом, центробежного типа.

Выбор центробежного типа насоса обоснован хорошими эксплуатационными качествами, и, главное, несравнимо лучшими массогабаритными характеристиками. Погружные, так как они будут обслуживать отдельные танки и у этих насосов отсутствуют всасывающие трубопроводы, что дает возможность снизить мощность приводных двигателей. По количеству ступеней насос-трехступенчатый, расположенный в колодце. Это придает насосу компактность, уменьшает вес и снижает стоимость, так как система уравнивания осевого давления, подшипники и сальники объединяются в одном общем для всех ступеней корпусе. Приемные патрубки насосов размещены в колодцах. По типу привода насос-электрический, с расположением привода на палубе, так как электропривод обширно применяется, благодаря своим компактным размерам, стабильной работе при относительно высоких и низких температурах +/- 50° и требует минимальное техническое обслуживание [2].

Характеристики насосов, требуемых на проектируемый танкер:

- производительность одного насоса в ГТ составляет 250 м<sup>3</sup>/ч;
- производительность грузового насоса ОТ танков 100 м<sup>3</sup>/ч;
- напор насоса  $H=1,00$  МПа;
- мощность приводного электродвигателя  $N_{дв}=221$  кВт;
- теоретическое время выгрузки принимается  $T_1=7,7$  ч.

Таким образом, выбранная грузовая система актуальна для спроектированного нефтеналивного танкера и судов этого типа и обеспечивает безопасность мореплавания, в том числе и в северных районах России.

***Библиографический список***

1. Ситченко Л.С., Макаров В.Г. Основы проектирования грузовых и обеспечивающих систем танкеров: учеб. пособие. - Л.: Изд-во ЛКИ, 1984. — 104 с.
2. Кутыркин В.А., Постников В.И.. Специальные системы нефтеналивных судов (справочник). М.: Транспорт, 1983. – 192 с.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НОСОВОЙ ОКОНЕЧНОСТИ СУДНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из мероприятий, направленных на повышение пропульсивных качеств судов, является использование носовых бульбов. С начала 50-х годов прошлого столетия применение бульбовых носовых образований, ранее ограниченное узкими рамками быстроходных пассажирских судов, получило распространение на транспортных судах всех типов.

Бульбовые утолщения носовых шпангоутов создают дополнительную систему корабельных волн. При правильно спроектированном бульбе благоприятная интерференция этих волн с основной системой носовых корабельных волн снижает общее волновое сопротивление судна. Выигрыш в сопротивлении становится существенным в интервале чисел Фруда  $Fr=0,25-0,35$ , достигая максимума приблизительно при  $Fr=0,30$  [1].

Носовые бульбы расположены в том районе корпуса, где малые изменения формы вызывают значительные изменения в обтекающем потоке. Поэтому все большее значение приобретает отработка формы носовой оконечности. Считается, что шесть характеристик достаточно для описания бульба. На рис. 1, а показаны основные линейные и нелинейные величины, которые характеризуют бульб [2].

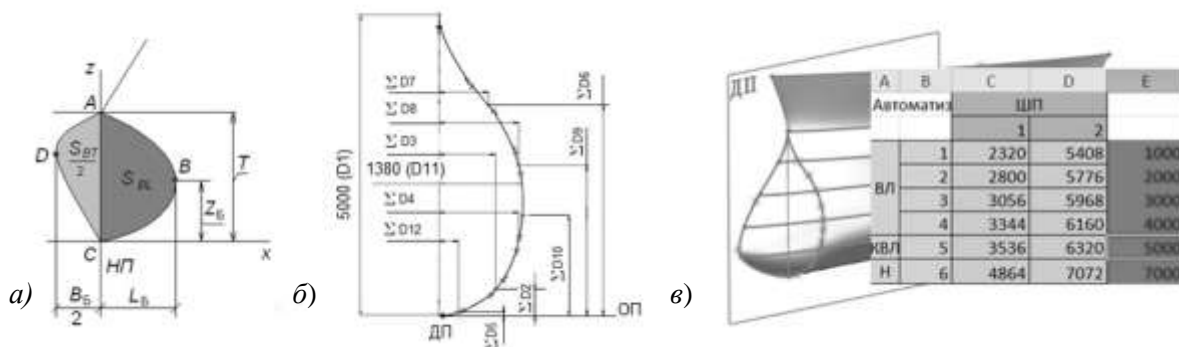


Рис. 1. Характеристики бульб (а), эскиз сечения бульбы на нулевом шпангоуте (б) и фрагмент поверхности носовой оконечности левого борта (в)

В данной работе решается задача автоматизации проектирования бульба на примере модели поверхности корпуса контейнеровоза дедвейтом 7700 т. Класс судна РС КМ Ice 1 [1] R1 AUT2. Проектирование поверхности и расчет ведется в системе автоматизированного проектирования SolidWorks [3] с применением электронных таблиц Microsoft Excel.

Поставленная задача решается поэтапно. Сначала строятся базовые эскизы сечений бульба на нулевом шпангоуте и в диаметральной плоскости (ДП). Задаются координаты всех точек сплайнов и с помощью команды *Уравнения* устанавливаются пропорциональные зависимости координат точек сплайнов с его глобальными переменными. Для эскиза сечения бульба на нулевом шпангоуте (рис. 1, б), например, это осадка судна (размер D1) и отстояние наиболее отдаленной точки бульба от ДП (размер D11). После создания каркасной модели носовой оконечности судна с учетом бульба, состоящей из диаметрального батокса, шпангоутов и ватерлиний, строится модель поверхности для левого борта (команда *Граничная поверхность*, рис. 1, в). Поверхность правого борта получается зеркальным отражением относительно ДП.

Для автоматизации построения поверхности формируется таблица ординат точек сплайнов для каждого шпангоута каркасной модели. Точки эскизов ватерлиний (сплайны), построение которых происходит после построения шпангоутов, имеют взаимосвязь с эски-



зами шпангоутов *Точка пронзания*, которые соответствуют местам пересечения кривых. При изменении главных размерений судна полученная поверхность также автоматически перестраивается с учетом установленных зависимостей (соотношений) между координатами точек эскизов базовых кривых с глобальными переменными и заданных взаимосвязей.

### ***Библиографический список***

1. Ногид, Л.М. Проектирование морских судов / Л.М. Ногид. – Л.: Судостроение, 1976. – 206 с.
2. Князьков, В.В. Определение основных элементов водоизмещающих судов: учеб. пособие / В.В. Князьков; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2023. – 168 с.
3. Князьков, В.В. SolidWorks. Проектирование судов: учеб. пособие / В.В. Князьков; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2018. – 228 с.

УДК 629.124.

ХАРИУКОВА М.И.

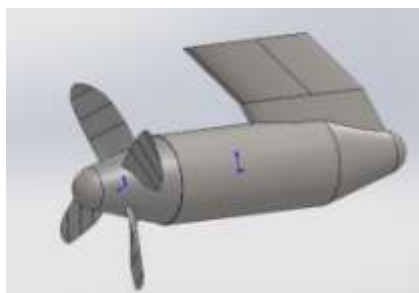
## **МОДЕЛИРОВАНИЕ В SOLIDWORKS УСТАНОВКИ «АЗИПОД» ДЛЯ СУДНА СНАБЖЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Морской флот решает целый ряд по перевозке грузов, и эффективность его работы во многом зависит от решения проблемы обеспечения безопасности мореплавания. Одним из путей решения этой существенной и важной проблемы является совершенствование и более качественная оценка маневренных качеств и элементов управляемости судна на этапе его проектирования. В качестве движительно-рулевого комплекса была выбрана установка «Азипод». Она одновременно является двигателем и средством управляемости судна. Применение такой установки позволяет не только оптимально разместить весь винто-рулевой комплекс судна, но и значительно упрощает компоновку всего машинного отделения обслуживаемыми системами и механизмами [1].

Для моделирования основных элементов установки «Азипод» был выбран комплекс SolidWorks. Данный программный комплекс представляет собой систему автоматизированного проектирования, инженерного анализа и подготовки производства моделей любой сложности и назначения. SolidWorks имеет широкую область применения: от создания моделей машиностроительных деталей и конструкций до таких сложных сборок, как автомобиль, корабль, космический аппарат и т.д. Основой геометрической модели любого проекта в SolidWorks является твердотельная деталь. Детали могут быть применены в сборках, одни и те же детали могут использоваться в разных сборках. Проектирование модели может осуществляться как "сверху вниз" (от сборки к детали), так и "снизу вверх" (от детали до сборки), а также в результате комбинаций этих подходов. Все изменения в модели могут проводиться в реальном масштабе времени. Модель SolidWorks состоит из трех видов представлений: чертежей, деталей, сборок. Связь между ними такая, что изменения, сделанные в одном виде, автоматически выполняются во всех других видах.

В SolidWorks была разработана модель гребного винта, смоделированы основные элементы установки «Азипод» и выполнена сборка всего изделия. Результат моделирования установки «Азипод» показан на рис. 1.



**Рис. 1. Результат моделирования установки «Азипод»**

**Библиографический список**

1. В.А. Зуев, Н.В. Калинина. Средства повышения маневренных качеств судов: метод. пособие / НГТУ; сост.: В.А. Зуев, Н.В. Калинина. Н. Новгород, 2013. – 60 с.
2. Князьков В.В., Компьютерные технологии в кораблестроении: учеб. пособие / В.В. Князьков; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2015. – 130 с.
3. Представление движителей Azipod® серии VI / Интернет-издание фирмы ABB Oy, <http://www.abb.com/marine>, 12.03.2010, 36 с.

УДК 629

ЧАШКОВ Ю. А., ЧАШКОВ Р. Ю.

**РЕЧНАЯ ЛЕДОВАЯ ПРИСТАВКА К БУКСИРУ-ТОЛКАЧУ ДЛЯ ЗИМНЕЙ НАВИГАЦИИ ПО РЕКАМ**

Всероссийское общество изобретателей и рационализаторов

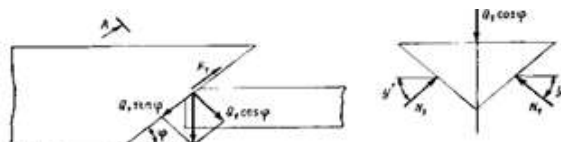
В 1989 г по рекам СССР перевезли около 500 тыс т грузов, а за 2022 год всего 120 млн т. Одна из причин катастрофического снижения объема грузов — это отказ от зимней навигации на реках страны с помощью речных ледовых приставок изобретенных в СССР и низкая эффективность ледовых проводок речными ледоколами мощностью более 3.5МГв с округлыми обводами, за которыми был труднопроходимый канал, забитый льдинами. Лед – анизотропное кристаллическое вещество с разной прочностью в зависимости от направления приложения силы. Данные относительной прочности льда на сжатие, изгиб и срез в таблице на рис 1 [1].

Традиционные носовые округлые обводы воздействуют на лед по направляющим в трех направлениях: вперед, вниз и в стороны, что видно из схемы векторов сил на рис.2.

Соотношение между значениями прочности при различных видах деформации, отв. ед.

Вид деформации	0	-1	-2	-3	-4	-5	-10	-15	-20	-25	Среднее
Сжатие	30	10	6,5	5,5	5,1	5,0	4,0	3,4	3,4	3,4	4
Изгиб	10	3,1	2,8	2,4	2,3	2,1	1,8	1,7	1,8	1,8	2
Срез	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**Рис 1. Относительная прочность льда**



**Рис 2. Распределение векторов сил на лед**

Сопротивление движению судна в сплошном льду по формуле В. И. Каштеляна [2] из 4х частей:  $R_{л} = R_1 + R_2 + R_3 + R_в$ , где  $R_1$  –разрушение ледового покрова;  $R_2$  – притапливание, поворачивание льдин, изменение посадки судна, сухое трение о корпус;  $R_3$  - **раздвигание** разрушенного льда;  $R_в$  – сопротивление воды движению ледокола.

Освоение Арктики, развитие Международного Транспортного коридора (МТК) «Север-Юг» от Балтики до Каспийского моря требует не только новых речных судов, но возмож-

ность продления сроков навигации в зимний период на всех реках РФ. Эту задачу может решить инновационная речная ледовая приставка «ПОМОР-Р» с треугольным носом и ступенями в корму, которые наползают на покров льда сверху и продавливают сдвигом вниз, не изгибая и не раздвигая поверхность, не поворачивая льдины вертикально и не прижимая их к цилиндрической части, что видно на рис 3 и сравнения испытаний моделей в ледовом бассейне



**Рис. 3. Векторы воздействия сдвигом и сравнение испытаний моделей в ледовом бассейне КГНЦ**

Поэтому на ломку поверхности льда и проход требуется в 3-4 раза меньше силы, чем округлыми обводами на изгиб до излома. Фрагменты разрушенного льда проходят по наклонным плоскостям ступеней глубже нижней поверхности ледового покрова, где изогнутыми вертикальными концами раздвигаются в стороны под лед и остаются подо льдом, не всплывая в канале за приставкой, оставляя канал чистым для движения следующих судов несколько суток, а округлые обводы ломают покров изгибом с большим трением и забитым льдом каналом позади ледокола.



Испытания модели в ледовом бассейне ФГУП КГНЦ [3] показали эффективность разрушения сплошного льда толщиной 0.8м/1.2м, прочность на смятие 14.0кПа, на изгиб 21.6кПа, на СДВИГ 12.3кПа) и успешное движение в тертом битом льду толщиной 2м. с разными скоростями, включая 5узлов, при котором картина сдвига проявлялась наиболее выразительно и в канале за моделью оставался чистый канал.

### ***Библиографический список***

1. **И.А.Степанюк** Технологии испытаний и моделирования морского льда. СПб. Гидрометиздат, 2001
2. **В.И.Каштелян и др.** Сопротивление льда движению судна. Судостроение, 1968
3. Отчет о НИР. Проведение модельных испытаний инновационного ледокола с носовыми обводами ступенчатой формы в ледовом бассейне. Договор 149-110/20 от 28.08.2020г.

УДК 629.12

АХМАДБЕКОВА И.Х., ХРУНКОВ С.Н.

#### **РАЗРАБОТКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СУДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ЕГО КОМПОНЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ ВИРТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В топ-10 рейтинга самых популярных среди абитуриентов направлений подготовки попали три технические специальности. Это «Информационные системы и технологии», «Прикладная информатика» и «Информатика и вычислительная техника». Ни одной инженерной специальности в десятке самых популярных не представлено [1].

С целью повышения уровня заинтересованности к техническим направлениям подготовки у абитуриентов разработан проект программного обеспечения, позволяющего пользователю понять классификацию, конструкцию, устройство, принципы и особенности размещения, монтажа и ремонта оборудования судовых энергетических установок, судовых устройств и судовых систем судна.

Программный продукт предназначен для повышения скорости усвоения информации студентами, в том числе студентами - сотрудниками судостроительных предприятий, обучающихся по программам повышения квалификации.

Основными потребителями являются образовательные учреждения высшего образования, и довузовского образования - в рамках участия в проектах, реализованных передовыми инженерными школами, судостроительными классами. Также потребителями являются судостроительные предприятия, и конструкторские бюро, занимающиеся проектированием судов, а также предприятия, эксплуатирующие суда. Программный продукт позволяет повысить уровень квалификации сотрудников. Это повысит качество проектирования судов. А функции разборки механизмов станет справочным руководством по ремонту судового оборудования в условиях навигации.

Программное обеспечение включает в себя более 5 категорий и более 20 подкатегорий судового оборудования и устройств. Каждая категория состоит из 5 и более уникальных моделей с комментариями об особенностях и принципах монтажа и эксплуатации. Реализована возможность виртуального размещения модели в помещении, в котором находится пользователь, с помощью наведения камеры мобильного телефона на предполагаемое место размещения. Реализована возможность визуализировать сборку и разборку каждой модели.

В сравнении с ближайшими по функционалу системами автоматизированного проектирования, например, Компас-3D, AutoCad, Rhinoceros и др., разрабатываемый продукт является более доступным и понятным неподвижному пользователю. В нем реализованы важнейшие функции, которые не предусмотрены в аналогичных программных комплексах. Рассматриваемые аналоги позволяют опытным пользователям только моделировать 3D-объекты. Рассматриваемые аналоги разрабатывались не для судостроительной отрасли, не могут быть использованы как справочное практическое руководство, не имеют встроенную классификацию судового оборудования по категориям, не могут быть установлены и функционировать на мобильном телефоне, не позволяют размещать виртуальные объекты внутри

помещения, в котором находится пользователь, не позволяют транслировать сборку и разборку объектов, разбивать их на компоненты.

Программный продукт найдет свое применение: в судостроительной отрасли; в транспортной отрасли; в образовательной отрасли. Не существует аналогов, способных реализовывать функции, предусмотренные проектом данного программного обеспечения.

---

**Носкова, А.** Поступи онлайн: Рейтинг специальностей высшего образования / А. Носкова, Н. Киеня – 2020.

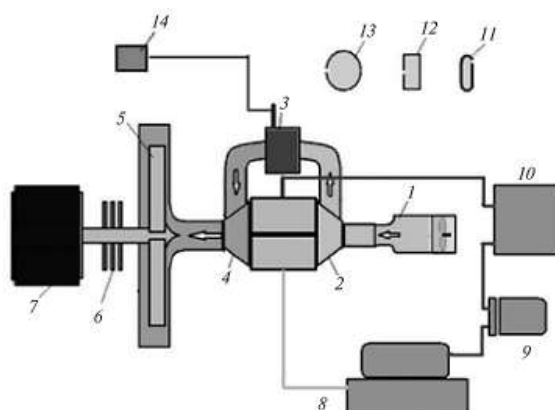
УДК 621.438

НОВОСЕЛОВА М. С.

## **ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОТУРБИН**

Казанский государственный энергетический университет

Микротурбины (МГТУ) представляют собой компактные газотурбинные установки, мощность которых варьируется от 100 до 1000 кВт. К достоинствам МГТУ можно отнести: низкую стоимость электро- и теплоэнергии, производимой установкой; низкий уровень шума; компактность; малые затраты на обслуживание микротурбины; высокая экологичность; широкий диапазон регулирования нагрузки [1].



**Рис. 1. Кинематическая блок-схема МГТУ:**

1 – система запуска и охлаждения; 2 – компрессор; 3 – камера сгорания; 4 – турбина; 5 – свободная силовая турбина; 6 – радиатор охлаждения вала; 7 – электрогенератор; 8 – гидростанция (масляная); 9 – фильтр очистки масла; 10 – радиатор масляный; 11 – аварийный газовый электрочлапан; 12 – газовый кран уровня подачи; 13 – сервопривод газового крана; 14 – система воспламенения.

Такие установки могут работать автономно, совместно с котельными агрегатами, а также использовать в качестве топлива: природный газ, попутные нефтяные газы, биогазе, пиролизном газе, керосине и т.п. Внедрение микротурбин дает значимый экономический эффект за счет бесперебойного и качественного снабжения потребителя электрической и тепловой энергией.

МГТУ могут быть использованы в изолированных районах, где электрическая сеть может быть недоступна либо доступ к ней затруднен (например, в медицинских учреждениях, учебных заведениях, жилых домах, офисных зданиях, торговых центрах, буровых платформах и скважинах, шахтах, удаленных станций связи), также микротурбины применяются в

качестве газотурбонагнетателей, находят применение в подводных аппаратах, в ракетной и космической технике [2].

### **Библиографический список**

1. Гусаров, В. А. Разработка газотурбинных установок малой мощности для использования на промышленных предприятиях / В. А. Гусаров, З. А. Годжаев // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2018. – № 6. – С. 27-33. – DOI 10.31857/S023571190002558-4.
2. Мальчиков, А. И. Газовые микротурбины - альтернативные источники энергетики / А. И. Мальчиков, Г. Б. Лыкова, М. С. Капустянский // – 2014. – № 153. – С. 144-147.

УДК 624 046.2+3

ПОМАЗОВ А.П., ХАЗОВ П.А.

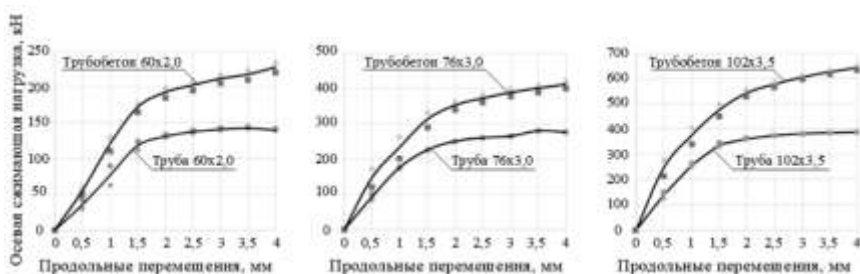
## **НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ КОМПОЗИТНЫХ СТАЛЕБЕТОННЫХ СТЕРЖНЕЙ**

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Применение композитных трубобетонных стержней позволяет сочетать достоинства классических материалов – бетона и стального проката, повышая несущую способность элементов, обеспечивая требуемую огнестойкость и демпфирующие свойства конструкции.

В данной работе приводятся результаты экспериментальных исследований прочности и устойчивости трубобетонных стержней малогабаритных сечений при действии осевой сжимающей нагрузки. Испытания проводились для коротких и длинных трубобетонных образцов с размерами трубы 60x2,0, 76x3,0 и 102x3,5 и полых стальных труб с соответствующими размерами. Экспериментально определена разрушающая сила для исследуемых трубобетонных стержней и сопоставлена с дифференцированными теоретическими несущими способностями трубы-оболочки и бетонного сердечника. Исследование показало, что трубобетонные стержни обладают несущей способностью, значительно превышающей несущую способность полых трубы-оболочки соответствующего диаметра, поскольку наличие бетонного ядра предотвращает потерю устойчивости стенки трубы. В то же время несущая способность композитных стержней превышает суммарную несущую способность стальной трубы и бетонного сердечника, что позволяет сделать вывод о том, что находящийся в состоянии трехосного сжатия бетон способен продолжать работать в зоне своих закритических деформаций [1].

По результатам исследования были построены диаграммы зависимостей продольных деформаций от осевой сжимающей нагрузки (рис. 1), из которых видно, что графики для трубобетонных образцов пропорциональны графикам для полых стальных труб соответствующих размеров.



**Рис.1. Диаграммы продольного деформирования трубобетонных стержней и труб длиной 100 мм**

Также были построены диаграммы продольного и поперечного деформирования для трубобетонных образцов и труб длиной 700 мм [2]. Экспериментально определены значения коэффициентов продольного изгиба, которые показывают, что вклад заполнения трубы бетоном существенно повышает способность сечения стержня воспринимать продольную силу, но практически не оказывает влияния на восприятие изгибающего момента, возникающего при продольном изгибе.

### *Библиографический список*

1. Хазов П.А. Экспериментальное исследование прочности композитных трубобетонных образцов малогабаритных сечений. / П.А. Хазов, В.И. Ерофеев, Д.М. Лобов, А.К. Ситникова, А.П. Помазов // Приволжский научный журнал /Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т. Нижний Новгород, 2022. № 3. С. 36-43.
2. Хазов, П.А. Экспериментальное исследование расчетных длин и коэффициентов продольного изгиба композитных трубобетонных образцов. / П.А. Хазов, В.И. Ерофеев, Д.М. Лобов, А.П. Помазов, А.К. Ситникова // Приволжский научный журнал /Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т. Нижний Новгород, 2022. № 4. С. 16-24.

УДК 551

РОМАНОВ А.Д., РОМАНОВА Е.А., МАКАРОВ В.С.

### **РАЗРАБОТКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОМЕТАЛЛИЗИРОВАННОГО ТОПЛИВА ДЛЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Несмотря на относительно малые размеры Северного Ледовитого океана, он оказывает сильное влияние на состояние климата Земли, являясь индикатором глобальных климатических изменений. Хотя величина наблюдаемых трендов изменялась в пределах определенного региона и для некоторых регионов наблюдалось похолодание, общий тренд для Арктики за последние несколько десятилетий демонстрирует потепление, превышающее средний глобальный рост температуры на планете. В настоящее время актуальной задачей становится разработка новой методологии исследований, а вместе с ней современных высокотехнологичных технических средств исследований в арктическом бассейне, которые были бы способны не только осуществлять плавание и проводить работы в прикромочной зоне и среди разреженных льдов, но также и проникать в массивы сплоченных льдов или в припайные льды, при этом обеспечивать возможность ведения наблюдений в нужных районах с большой продолжительностью во времени и разрешаемостью в пространстве. Для длительных океанографических исследований в конце 60-х гг была предложена концепция подводного глайдера. В настоящее время работы по созданию подводных глайдеров активно проводятся во многих странах [1]. В НГТУ в ходе работ по созданию энергетической установки на основе высокометаллизированного топлива [2, 3] были решены следующие задачи

- разработана проектная документация и создан многофункциональный экспериментальный стенд комплексного исследования горения массива топлива с получением тепловой энергии;
- теоретически обоснована и экспериментально подтверждена безопасность применения данной ВНЭУ с указанием оценок риска развития аварийных ситуаций, включая запроектные аварии;
- разработаны технические решения, позволяющие минимизировать последствия аварии;

- проведена оценка стоимости реализации различных технологических решений и оценка технико-экономической эффективности внедрения данной технологии.

Особенностью энергетической установки является то, что большая часть тепловой энергии без преобразования поступает в механизм изменения плавучести на основе изменения агрегатного состояния рабочего тела. Это позволяет значительно увеличить дальность движения подводного аппарата.

### *Библиографический список*

1. Гайкович, Б. Подводные глайдеры-роботы для исследования и мониторинга арктических акваторий // Корабел. 2015. №4 (30). С.126-130
2. Чернышов, Е. А. Разработка тепловыделяющего элемента на основе высокометаллизированного безгазового топлива / Е. А. Чернышов, А. Д. Романов, Е. А. Романова // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение. – 2015. – № 6(105). – С. 74-81. – EDN VKEBSF.
3. Чернышов, Е. А. Развитие воздухонезависимых энергетических установок подводных лодок / Е. А. Чернышов, Е. А. Романова, А. Д. Романов // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2015. – № 5(33). – С. 140-152. – DOI 10.21821/2309-5180-2015-7-5-140-152. – EDN ULWVGJ.

УДК 629.12

А.В. СДОБНЯКОВА, ЗЕЛЕНОВ С.Н.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТИ АВТОНОМНОГО НЕОБИТАЕМОГО ГЛУБОКОВОДНОГО АППАРАТА**

Нижегородский Государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Во время эксплуатации автономного обитаемого подводного аппарата (АНПА) внутри отсеков могут произойти чрезвычайные происшествия, влекущие за собой пожар или взрыв вследствие неисправности предохранительного или охлаждающего оборудования.

Взрыв или пожар на аппарате во время выполнения различного рода заданий приведет к потере собранных данных и значительным финансовым убыткам.

В данной работе предлагается вариант по дополнению уже имеющихся средств обеспечения взрывопожаробезопасности АНПА.

Рассматриваемый АНПА типа «Сарма-Д», разрабатываемый в АО «Центральное Конструкторское Бюро «Лазурит и Концерном ВКО «Алмаз-Антей», обладает модульной архитектурой и выполняет множество задач, связанных с изучением морского дна. Главная отличительная особенность от других АНПА: аппарат оснащен гибридной энергоустановкой на базе современных электрохимических генераторов. Топливный элемент представляет собой электрохимическое устройство для прямого преобразования химической энергии топлива в электрическую.

На аппарате может быть предусмотрена система инертизации, позволяющая тушить мелкие возгорания приборов, частично защищать при взрыве в следствие смешения водорода и кислорода (креогенное топливо), но данная защита становится неэффективной при несоизмеримых объемах выделяемых газов.

При проведении инертизации газами, аккумулятор становится источником окислителя (т.е. кислорода), при сочетании его с теплом, аппарат может взорваться в считанные минуты.

Для гарантированного спасения аппарата необходимо применение комплексных мер по обеспечению взрывопожаробезопасности.



Одним из возможных средств является применение системы пожаротушения газовым огнетушащим веществом Noves 1230 («сухая вода»). В случае срабатывания системы пожаротушения и выпуска огнетушащего вещества в атмосферу, Noves 1230 разрушается в верхних слоях атмосферы под воздействием ультрафиолета и удаляется из окружающей среды в течение 5 суток. Отсутствует кумулятивный эффект, свойственный хладонам, то есть вещество не сохраняется в атмосфере десятилетиями и, тем более, столетиями.

Применение комплексных мер, а именно: инертизация совместно с системой пожаротушения ГОТВ Noves 1230 позволяет уменьшить вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций, что позволит сохранить аппарат и данные, полученные в ходе выполнения исследовательских задач.

### ***Библиографический список***

1. **Аваков, В.Б.** Об опыте работ ФГУП «ЦНИИ СЭТ» в области водородной энергетики //Материалы международного форума «Водородные технологии для производства энергии» /Москва, 6–10 февраля 2006 г. 35 с.
2. **Дядик, А.Н.** Никифоров Б.В. Использование электрохимических генераторов на кораблях/ Изд-во СПбГМТУ, 2011. 341 с.
3. Paul Scherrer Institut (PSI) “Memory effect now also found in lithium-ion batteries” [ режим доступа <https://www.psi.ch/media/memory-effect-now-alsofound-in-lithium-ion-batteries>].

УДК 629.12

ШИШОВ Е.С., ЗЕЛЕНОВ С.Н.

### **ВЫБОР ДВИЖИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РЕЧНЫХ СУДОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Снижение уровня воды, загрязненность, неразвитая инфраструктура внутренних водных путей Российской Федерации создают в настоящее время серьезные проблемы для эксплуатации речного транспорта [1,2,3].

Для улучшения состояния водных путей, необходимы суда технического вспомогательного флота. На данный момент значительная часть этого флота представлена устаревшими судами, которым требуется модернизация.

Повышающийся спрос на пассажирские перевозки также повышает необходимость в комфортных, проходимых и маневренных судах, способных совершать регулярные рейсы в условиях мелководья.

Выбор типа движителя при проектировании новых судов в таком случае основывается не только на требовании обеспечения максимальных пропульсивных качеств судна, хотя это требование и остается главным. Существует целый ряд других важных требований: защищенность движителя, малая шумность, эксплуатационная надежность, удобство его расположения и прочие. Одним из возможных решений этих проблем может быть применение во вновь разрабатываемых проектах, а также при модернизации старых судов технического и транспортного флота водометных движителей (ВД), приспособленных к существующим условиям судоходства. В то же время стало видно, что область успешного применения ВД не ограничивается только быстроходными паромами и аппаратами типа гидроциклов.

Такому результату способствовало решение ряда гидродинамических проблем ВД:

- достигнут высокий КПД насосов, передающих механическую энергию вращения вала двигателя жидкости;

- выполнена профилировка канала в виде сопла на выходе, что позволяет влиять на кавитационные качества ВД, определяемые конструктивными особенностями насосов. В ос-

новном это дисковое отношение лопастей и тип насоса, режим его работы и гидравлическое поджатие сопла.

Размещение ВД в корпусе судна позволяет при высоких скоростях осуществлять надводный выброс струи. Это дает возможность установить на транце судна реверсивно-рулевое устройство (РРУ). С помощью откидывающихся и поворачиваемых заслонок или каналов заднего хода изменяют направление струи, заставляя судно двигаться в любую сторону. Имеющийся опыт показывает, что в этих случаях ВД по пропульсивным качествам лучше открытых гребных винтов (ГВ), работающих под корпусом катеров с кронштейнами в скошенном потоке.

Таким образом, можно утверждать, что в настоящее время по пропульсивным и маневренным характеристикам ВД не уступает. Установка ГВ целесообразна, когда требуется максимальная простота конструкции движителя.

### *Библиографический список*

1. **Кривошей, В. А.** Оздоровление речного транспорта невозможно без ясного понимания природы его системных проблем [Текст] / В.А. Кривошей // Транспорт Российской Федерации. 2017. №5 (72). С. 11-14.
2. **Вильде, Т.** Омут речного транспорта [Электронный ресурс] / Т. Вильде. Режим доступа: <https://portnews.ru/comments/2916/> (дата обращения 01.12.2022).
3. **Новожилов, В. В.** Проблемы речного транспорта России и некоторые подходы к их решению [Текст] / В. В. Новожилов // Молодой ученый. 2019. № 45 (283). С. 305-306.

УДК 629

АНДРОПЕНКОВ С.С., МИРОНОВ А.А.

### РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ К РЕШЕНИЮ КВАЗИСТАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Большое число работ посвящено вопросам моделирования статических и динамических нагружений конструкции. Значительная часть из них специально посвящена выработке методических рекомендаций, обеспечивающих высокую эффективность при решении задач прочности [1, 2]. Однако вопросы разработки методических рекомендаций относительно квазистатического нагружения не потеряли своей актуальности.

Отличительная особенность квазистатических задач относительно других видов связана с природой самих задач. Эта особенность отражается на выборе подхода к решению. На практике для моделирования статического нагружения используют решатели с неявной схемой интегрирования, для динамического нагружения – решатели с явной схемой интегрирования [3]. К задачам с квазистатическим условием нагружения традиционно относят задачи, скорость нагружения в которых находится на грани раздела статических и динамических задач. Примером такой задачи может служить штамповка. Для подобной задачи работа сил инерции относительно мала по сравнению с работой внешних сил, и, на первый взгляд, кажется логичным пренебречь инерционной составляющей и решать задачу с помощью решателя с неявной схемой интегрирования. Однако сложные контактные взаимодействия и большие значения деформации приводят к трудностям использования неявной схемы, и решатель не может получить сошедшее решение.

Напротив, решатель с явной схемой интегрирования гораздо лучше справляется со сложными контактными условиями и большими деформациями. Узким горлышком при использовании данного метода является необходимость просчета нескольких секунд реального физического времени при очень маленьком максимально доступном стабильном шаге по времени. Таким образом, решение получается необоснованно дорогим с точки зрения вычислительных ресурсов (ядро-часов).

В данной работе описаны методические рекомендации для повышения эффективности получения достоверных результатов при решении квазистатических задач. Предложены следующие пути повышения эффективности расчета при использовании решателя с явной схемой интегрирования:

- а) использование модифицированных материалов (искусственное завышение плотности), что приводит к увеличению максимально допустимого стабильного шага по времени и снижает использование вычислительных ресурсов;
- б) масштабирование процесса нагружения во времени приводит к сокращению общего времени расчетного шага и снижает использование вычислительных ресурсов.

#### *Библиографический список*

1. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., Fox D.D. The finite element method for solid and structural me-

- chanics. 7th edn. Butterworth-Heinemann Publ. GB, Oxford, 2014. 657 p. ISBN: 978-1-85617-634-7
- Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., Zhu J.Z. The finite element method: its basics and fundamentals. 7th edn. Butterworth-Heinemann Publ. GB, Oxford, 2013. 753 p. ISBN: 978-1-85617-634-7
  - Программный комплекс трехмерного моделирования процессов нестационарного нелинейного деформирования Abaqus. Версия R2019x. Dassault Systems Simulia Corp., Providence, RI, USA, 2019. URL: <https://www.3ds.com/products-services/simulia/products/abaqus/latest-release/> (дата обращения: 21.04.2023).

УДК 621.039.5:539.4

БОЕВ Р.В., ВИЛЕНСКИЙ А.О., ЕРЕЕВ М.Н., ЖАУРОВ И.С., ПОДЛЕСОВ А.А.,  
ФЕДОРИН В.П.

## **ОБОСНОВАНИЕ РАДИАЦИОННОГО РЕСУРСА КОРПУСА ИНТЕГРАЛЬНОГО РЕАКТОРА АТОМНОЙ СТАНЦИИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ**

АО «ОКБМ Африкантов»

Актуальным вопросом при обосновании прочности элементов оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок является обоснование радиационного ресурса корпуса реактора. Корпус реактора является основным незаменимым элементом атомной энергетической установки и, следовательно, определяющим её ресурс в целом. В процессе эксплуатации корпус реактора подвергается воздействию нейтронного потока, который приводит к деградации физико-механических характеристик конструкционного материала использованного при его изготовлении по механизму радиационного охрупчивания.

В докладе показан подход, который применяется для обоснования радиационного ресурса материала корпуса интегрального реактора атомной станции малой мощности и его сварных соединений в соответствии с ГОСТ Р 59115.14-2021, основанный на численном моделировании постулируемого дефекта. В основе подхода заложены современные методы численного моделирования постулируемых дефектов в корпусном материале элементов интегрального реактора при определении коэффициентов интенсивности напряжений с учетом сложного напряженно-деформированного состояния.

Значения коэффициентов интенсивности напряжений, полученные с применением численного подхода, верифицированы в области применения аналитических зависимостей. Погрешность определения коэффициента интенсивности напряжений на максимальной глубине фронта постулируемого дефекта не превышает двух процентов.

Подход позволяет определять коэффициенты интенсивности напряжений при любой необходимой пространственной ориентации дефекта и сложной геометрии конструкции в месте его расположения, что особенно важно на этапе изготовления и после проведения периодического контроля в процессе эксплуатации.

## СЕКЦИЯ 6

---

# МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, МЕТАЛЛУРГИЯ И ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДСТВА МАШИНОСТРОЕНИЯ

---

## Подсекция 6.1

---

### Материаловедение

---

УДК 669-179

АРСЕНОВ Р.С.

#### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО УПРОЧНЕНИЯ ВАЛКОВЫХ СТАЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Современное прокатное производство ставит задачу увеличения объёма проката, улучшению качества металлопродукции и снижению расходов по переделу, достигаемые повышением стойкости прокатных валков методами высокоэнергетической обработки.

Для исследования были взяты инструментальные легированные стали: 9ХС и Х12М, обладающие оптимальной износостойкостью и стабильностью физико-механических свойств в условиях горячей прокатки [1]. При разработке технологии высокоэнергетической обработке необходимо учитывать, что в эвтектоидных и заэвтектоидных сталях в зоне закалки из твердой фазы можно выделить две области: вверху – структурная область с растворенными карбидами и ниже – область с нерастворенными карбидами. В области нерастворенных карбидов остаточного аустенита значительно меньше, и это приводит к тому, что именно эта часть ЗЛВ отличается максимальной твердостью. Поэтому заэвтектоидные стали рекомендуется упрочнять импульсной закалкой, обеспечивающей получение структур с нерастворенными карбидами, т. е. с наибольшей скоростью обработки [2].

Для решения поставленной задачи проводили импульсную лазерную обработку материала после закалки и отпуска, при различных режимах; переменным (вариационным) фактором при этом была мощность лазерного излучения. Лазерную обработку проводили на твердотельной лазерной установке ALFA-300AUTO в импульсном режиме с частотой следования импульса 10 Гц, при мощности лазерного излучения 100, 125, 150 Вт и скоростью перемещения лазерного пятна 5 мм/с.

Проведённые исследования позволили оценить влияние мощности лазерного излучения на процессы проходящие при закалки и определить оптимальный режим обработки изделий, работающих при прокате сталей.

#### *Библиографический список*

1. Гольдштейн М. И., Грачёв С. В., Векслер Ю.Г. Специальные стали. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1985. 408 с.
2. Григорьянц А. Г., Сафонов А. Н. Основы лазерного термоупрочнения сплавов: учебное пособие для вузов — 3-е изд., стер. — Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2021. — 157 с.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТИТАНОВЫХ ПОРОШКОВ В ТЕХНОЛОГИИ ГОРЯЧЕГО ИЗОСТАТИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Горячее изостатическое прессование (ГИП) – сложный технологический процесс обработки изделий высоким газовым давлением при повышенных температурах. Наиболее широко ГИП используется для производства плотных, беспористых изделий из металлических порошков, а также для уплотнения фасонных отливок. ГИП относят к самым передовым и перспективным технологическим процессам в порошковой металлургии. В настоящее время происходит расширение областей применения этого метода, связанное, прежде всего, с использованием его для изготовления изделий на основе порошков жаропрочных и инструментальных сплавов, титана, бериллия [1].

Важнейшими преимуществами титановых сплавов перед другими конструкционными материалами являются их высокие удельная прочность и жаропрочность в сочетании с высокой коррозионной стойкостью. Кроме того, титан и его сплавы хорошо свариваются, парамагнитны и обладают некоторыми другими свойствами, имеющими важное значение в ряде отраслей техники. Перечисленные качества титановых сплавов открывают большие перспективы их применения в тех областях машиностроения, где требуется высокая удельная прочность и жаропрочность в сочетании с высокой коррозионной стойкостью. Это относится в первую очередь к таким отраслям техники, как авиастроение, ракетостроение, судостроение, химические, пищевое и транспортное машиностроение [2].

В данной работе будет рассмотрена возможность использования титановых порошков в технологии ГИП. В ходе исследования будут изучены влияние температуры ГИП на структуру и физико-механические свойства сплава ВТ-6, дано сравнение свойств сплава ВТ-6, полученного методом ГИП со свойствами сплава, полученного другими методами.

### ***Библиографический список***

1. **Савич В. В.** Порошковая металлургия: современное состояние и перспективы развития : монография / В. В. Савич, С. А. Оглезнева. — Пермь : ПНИПУ, 2021. — 695 с.
2. **Солнцев Ю. П.** Специальные материалы в машиностроении : учебник / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пириайнен. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 664 с.

## **ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ЛЕГИРОВАНИЯ И КОЛИЧЕСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФАЗ В ОЛОВЯННЫХ БРОНЗАХ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОЧНОСТИ СВЯЗОК ДЛЯ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ**

Нижегородский технический университет им. Р.Е. Алексеева

Алмазосодержащий инструмент требуется для производства множества изделий различного назначения (обработка стекла, обработка сапфира).

Поэтому совершенствование свойств (в частности увеличение прочности связок для алмазосодержащих инструментов) является критически важной задачей [1].

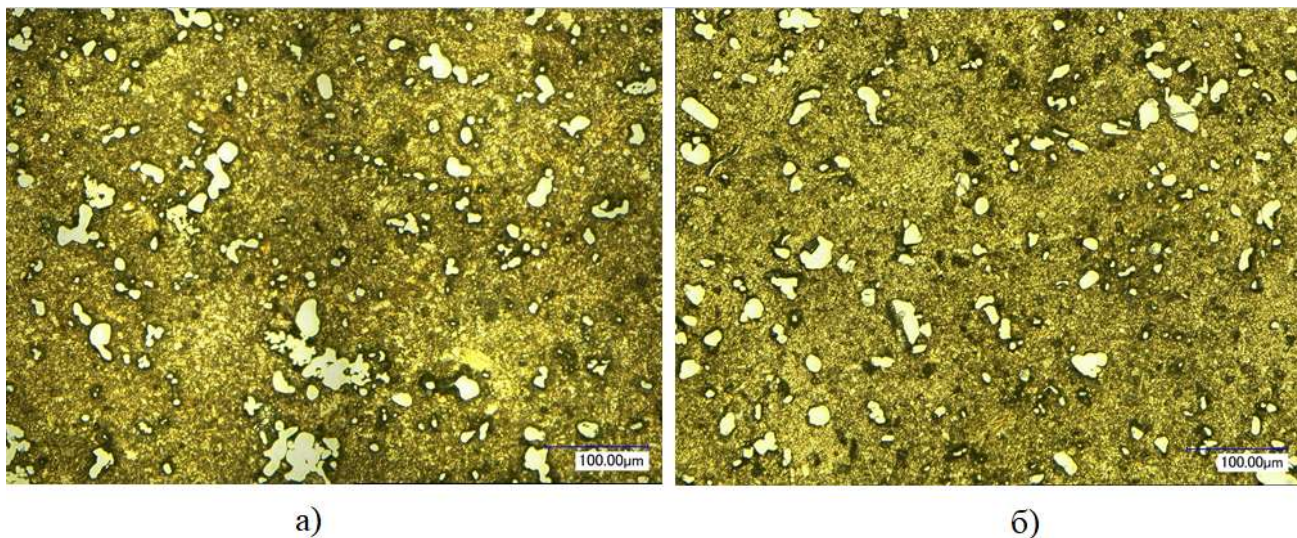
Метод порошковой металлургии обеспечивает равномерное распределение и прочное удержание зерен во всем объеме алмазосодержащего слоя, точную форму и размеры, высокую износостойкость инструмента [1].

Образцы изготавливали по технологии: прессование-спекание-горячее прессование. Все порошки просеивались через сито с размером ячеек 50 мкм, далее происходило приготовление шихты по двум технологиям: смешивание в лабораторном баночном смесителе и совместный помол в течение определенного времени (2, 4, 6 ч). Помол производился в высокоэнергетической шаровой планетарной мельнице при скорости 600 мин<sup>-1</sup>. Спекание прессовок выполняли в вакуумной печи [2].

Для изготовления прессовок использовались порошки меди ПМС-1 ГОСТ 4960-2009, хрома ПХ1 ТУ 14-1-1474-75, никеля ПНК-УТЗ ГОСТ 9722-97 и олова ПО1 ГОСТ 9723-73.

Целью исследования было определить физико-механические свойства (пористость, плотность, микротвердость) связки для алмазосодержащих материалов, а также исследование ее микроструктуры. В состав связки входят Cu, Sn, Ni, Cr. Микроструктура образцов состоит из: твердого раствора олова в меди, легированного хромом и никелем; твердого раствора меди в олове; и не растворившегося хрома.

Микроструктура образца составом 86% Cu, 5% Sn, 2% Ni, 7% Cr представлена на рис. 1.



**Рис. 1. Микроструктура образца после травления: а) смешивание; б) совместный помол в течение двух часов**

Измерение микротвердости образцов проводилось в двух фазах:  $\alpha$ -фазе и  $\varepsilon$ -фазе. На основании исследования было выявлено, что с увеличением времени механического легирования микротвердость обеих фаз возрастает.

#### ***Библиографический список***

1. Сорокин В.К., Колосова Т.М., Костромин С.В., Беляев Е.С. Абразивные алмазосодержащие материалы для отрезного инструмента: технология упрочнения и свойства // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 2. – С. 96-103;
2. Сорокин В.К., Шмелев Л.С. Технология изготовления и оборудование по производству порошковых и композиционных материалов и изделий. – 2011 – 184с.

**ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА  
ВАЛКОВОЙ СТАЛИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Эксплуатационные характеристики прокатных валков оказывают значительное влияние на производительность прокатных станов, качество и себестоимость готовой продукции.

Актуальность проблемы заключается в повышении срока службы изготавливаемого изделия с помощью лазерной поверхностной обработки.

Использование данных технологий позволит существенно сократить время производственного цикла.

Термическая обработка валков, как правило, является окончательной термообработкой послековки и состоит из нормализации и длительной выдержки при температуре высокого отпуска. Цель нормализации заключается в снижении внутренних напряжений и измельчении зерна, что приводит к повышению механических свойств.

Для повышения эксплуатационных характеристик прокатных валков применяют также различные методы поверхностного упрочнения: индукционная закалка, поверхностное пластическое деформирование, электродуговая, вибродуговая или плазменная наплавка.

Наибольшее распространение среди высокоэнергетических методов все больше получает лазерная обработка материалов.

Поскольку скорости охлаждения при лазерной закалке ( $10^3$ – $10^4$  С/с) намного превышают критические скорости закалки сталей, то образуется мартенситная структура, обладающая особенной чувствительностью к последующему распаду. При этом заметной устойчивостью к самоотпуску обладает лишь высокоуглеродистый пластинчатый мартенсит. В речном же мартенсите с содержанием углерода менее 0,4 % в процессе  $\gamma \rightarrow \alpha$  превращения развиваются процессы самоотпуска, снижая тем самым склонность стали к трещинообразованию [1].

Анализ микроструктуры образцов и распределения микротвердости в зоне лазерного воздействия показывает, что для инициирования фазовых превращений в образцах с исходной неравновесной структурой требуется значительно меньше энергии по сравнению со структурами, близкими к равновесным.

Это связано с тем, что энергия лазерного излучения на крупных зернах расходуется не только на продвижение фронта фазового превращения вглубь, но и на завершение подготовительных (перед аустенитизацией) процессов. Поэтому для аустенитизации крупнозернистой исходной структуры требуется значительно больше энергии, чем для мелкозернистой. Следовательно, с повышением дисперсности исходных структур сталей глубина упрочненного слоя увеличивается.

Превращения структур в металлических сплавах при тепловом воздействии связаны с изменением и движением межфазных и межзеренных границ. При этом скорость миграции границ не может быть произвольной – она лимитируется диффузией на границе раздела фаз (например, при аустенитизации) или, наоборот, не сдерживается диффузией, как в случае рекристаллизации.

Поэтому происходящие в сталях при лазерной обработке различные фазовые превращения и диффузионные процессы и приводят к формированию в поверхностном слое обработанного материала многослойной микроструктуры, отличающейся от традиционных видов микроструктур, формирующихся при обычных термических циклах, используемых при объемном термическом упрочнении.



1. Гаврилов Г.Н., Костромин С.В., Калинин А.Б., Пейганович В.Н., Ермаков Д.Ю. Лазерные технологии повышения стойкости прокатных валков / Современные проблемы науки и образования. 2013. №4.

УДК 620.186

ВАСЯНКИН Д. И., РЯБОВ Д.А., ХЛЫБОВ А.А.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГОРЯЧЕГО ИЗОСТАТИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ НА СТРУКТУРУ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖАРОПРОЧНОГО НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА ЭП741

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Детали, изготовленные традиционными методами порошковой металлургии (прессование и спекание), обладают пористостью. Технология горячего изостатического прессования (ГИП) позволяет решить данную проблему за счёт снижения пористости и повышения комплекса физико-механических характеристик. Однако, неправильно выбранные параметры ГИП (температура и давления) вызовут образование пор. Поэтому, необходимо выбирать оптимальные параметры технологии горячего изостатического прессования, в результате чего получится практически беспористое изделие с высоким комплексом физико-механических характеристик.

Горячее изостатическое прессование — это технологический процесс изготовления изделий, представляющий собой комбинированное воздействие на обрабатываемый материал высоких температур и всестороннего давления [1]. Источником, передающим давление на заготовку, является инертный газ аргон. Технология ГИП применяется для широкого круга сплавов при изготовлении ответственных изделий, в том числе и для жаропрочных никелевых сплавов [2].

Сплав ЭП741 является жаропрочным никелевым сплавом, отличающимся повышенной стабильностью и воспроизводимостью свойств, успешно применяется в дисках компрессоров и турбин двигателей.

Цель работы: исследование влияния ГИП на структуру и физико-механические свойства жаропрочного никелевого сплава ЭП741.

На рис. 1 представлен график зависимости плотности ГИП от температуры.

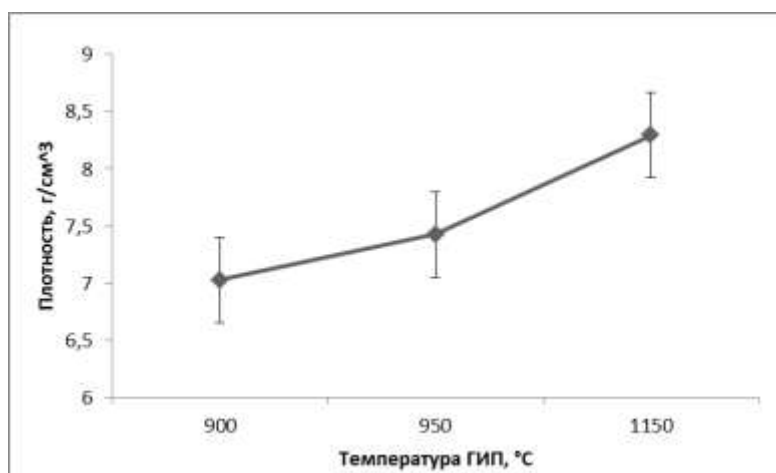


Рис. 1. Влияние температуры ГИП на плотность сплава ЭП741

### Библиографический список

1. Khlybov A.A., Belyaev E.S., Ryabtsev A.D., Ryabov D.A., Belyaeva S.S., Getmanovsky Y.A., Yavtushenko P.M. Simulation of the hot isostatic pressing process // PNRPU Mechanics Bulletin. 2021. Vol. 3. P. 190–198
2. Моисеев С.А., Латышев В.Б. Жаропрочные свариваемые сплавы для узлов статора современных и перспективных авиационных ГТД // Авиационные материалы и технологии. 2003. №1. С. 152–157

УДК 621.74

ВОЛКОВ Н.А., НУЖДИНА Т.В., ЧЕЭРОВА М.Н.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УПРОЧНЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АК4-1 ИМПУЛЬСНЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

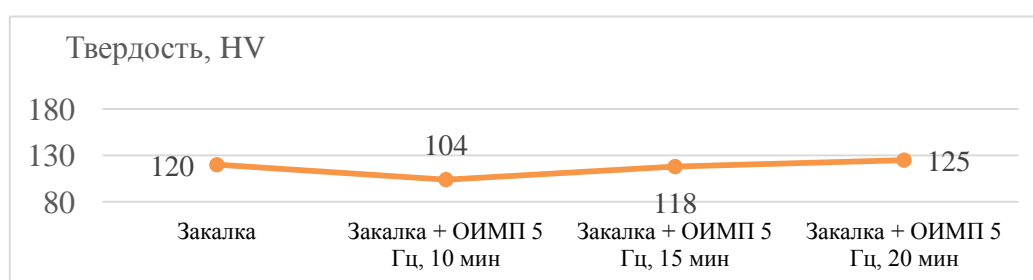
Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

В настоящее время с целью повышения качества материалов активно разрабатываются новые способы их обработки, в том числе и способы физического воздействия. Высокая технологичность и экологичность магнитных методов воздействия делает их перспективными в плане создания на их базе разнообразных технологий термической обработки металлов и сплавов.

Одним из перспективных направлений является изучение влияния магнитных полей на свойства алюминиевых сплавов. Предполагается, что если подобрать оптимальный режим магнитно-импульсной обработки, то за счет магнитного воздействия в сплаве произойдет выравнивание внутренних напряжений, измельчение структуры в поверхностном слое, что в свою очередь благоприятно скажется на свойствах полученных изделий из алюминиевых сплавов.

Объектом исследования является алюминиевый сплав АК4-1. Проводились исследования влияния обработки импульсным магнитным полем (ОИМП) на микроструктуру путем металлографических исследований, измерений твердости по методу Роквелла по шкале HRF и микротвердости закаленного сплава 100 гр. после различных режимов ОИМП.

В результате металлографических исследований было установлено, что ОИМП не влияет на микроструктуру алюминиевого сплава после закалки. Результаты измерения микротвердости образцов после закалки и режимов ОИМП представлены на рис. 1.



**Рис. 1. Результаты измерения микротвердости**

Обработка импульсным магнитным полем влияет на значения и микротвердости сплава АК4-1. Наблюдается уменьшение микротвердости закаленного образца после ОИМП по режиму 5 Гц с выдержкой 10 мин, что вероятно связано со снижением микронапряжений в результате ускоренного протекания релаксационных процессов, вызванных ОИМП. Рост микротвердости после режимов 5 Гц и выдержкой 15 мин и 20 мин должен быть связан с вы-

делением когерентных мелкодисперсных частиц невидимых на шлифе при микроструктурном анализе и образованием на поверхности сжимающих напряжений. Для более точного исследования влияния ОИМП на сплав АК4-1 требуется исследовать внутренние напряжения (I рода), а также изучить возможность применения ОИМП после старения.

УДК 621.74

ГРИГОРЬЕВ А.С., ЧЭЕРОВА М.Н., ЧЕГУРОВ М.К., НУЖДИНА Т.В.

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Определение физико-механических характеристик материалов до сих пор остается актуальной задачей проблем прочности конструкций. Иногда экспериментальные данные можно использовать в качестве законов физико-механического поведения материала, вместо обычно используемого закона Гука. Существуют стандартизированные методики измерения этих характеристик, однако вопросы измерений, универсальности, простоты и доступности, а также неразрушающих методов контроля заставляют совершенствовать эти методики.

Проблема определения модуля Юнга особенно остро стоит при исследовании многофазных структур, когда возникает необходимость измерения упругого модуля отдельных составляющих, отличающегося от значения, получаемого при макроскопических измерениях.

Для стали 20А с целью измерения модуля упругости, были проведены следующие испытания: испытание на ударную вязкость; ультразвуковое исследование; наноиндентирование, результаты представлены в табл. 1.

*Таблица 1*

### **Сравнение значения модуля Юнга, определенного различными способами**

<b>Метод определения</b>	<b>Значение, ГПа</b>
Ультразвуковое исследование	215,183
Испытание на растяжение	246
Наноиндентирование	157
Согласно справочным данным	215

Исходя из данных, приведенных в таблице 1, можно сделать вывод, что ультразвуковое исследование обеспечивает более точные результаты измерения модуля Юнга, чем другие рассмотренные методы. Большое отклонение полученного значения модуля Юнга при наноиндентировании от справочных данных, обусловлено влиянием размерного эффекта на определяемую характеристику.

УДК 666.3.016

ГРУЗДЕВА А.С., БЕЛЯЕВ Е.С.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И СВОЙСТВ ЭНСТАТИТОВОЙ (СТЕАТИТОВОЙ) ЭЛЕКТРО-КОНСТРУКЦИОННОЙ КЕРАМИКИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Клиноэнстатитовая керамика — керамика на основе природного магнезиального (силикатного) сырья, преимущественно талька и глинистых компонентов. Эта керамика получила свое название по основной кристаллической фазе — метасиликату магнезия

$MgO - SiO_2$  [1]. В настоящее время стеатитовые массы в нашей стране практически не производятся. Это связано с тем, что Россия по объемам производства талька стоит на одиннадцатом месте среди стран-производителей, что сказывается на структуре потребления керамики в нашей стране [2].

Целью выполнения работы является исследование тальков различных месторождений, разработка получения стеатитовой керамики из Российского сырья, с целью укрепления технологического суверенитета Российской Федерации и изучение свойств полученной керамики.

В качестве материала исследования применялись тальки различных месторождений тальк марки ТМК-28 ГОСТ 21234-75 Онотского месторождения, тальк марки ТМК-28 и ТМК-27 ГОСТ 21234-75 Козьмо-Демьяновского месторождения, тальк марки ТМК-28 ГОСТ 21234-75 Кирябинского месторождения, тальк марки ТМК-28 ГОСТ 21234-75 и РТ-20 ТУ 5727-001-57634121-2006 Киргитейского месторождения, кальциево-натриевый бентонит ГОСТ 28177-89, каолин марки КБЕ-2 ТУ 5729-071-00284530-96, углекислый барий  $BaCO_3$  ГОСТ 4158-80, глинозем  $Al_2O_3$  ТУ 6-09-426-75, оксид кремния  $SiO_2$  ТУ 6-09-3644-74.

В ходе проведения эксперимента были выбраны подходящие для дальнейшего исследования месторождения тальков. Качественным параметром пригодности талька к дальнейшей переработке служит его цвет после обжига. Если цвет темный, тальк содержит большое количество железа и для дальнейшего изготовления керамики не пригоден.

Также была разработана технология получения изделий из стеатитовой керамики из Российского сырья.

По результатам исследования была разработана экспериментальная технология изготовления изделий из стеатитовой керамики.

### *Библиографический список*

1. Толкачева А.С., Павлова И.А. Общие вопросы технологии тонкой керамики: учеб. пособие— Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 184 с.
2. А.С. Толкачева, И.А. Павлова. Технология керамики для материалов электронной промышленности: учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1 — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. — 124 с.

УДК 620.18

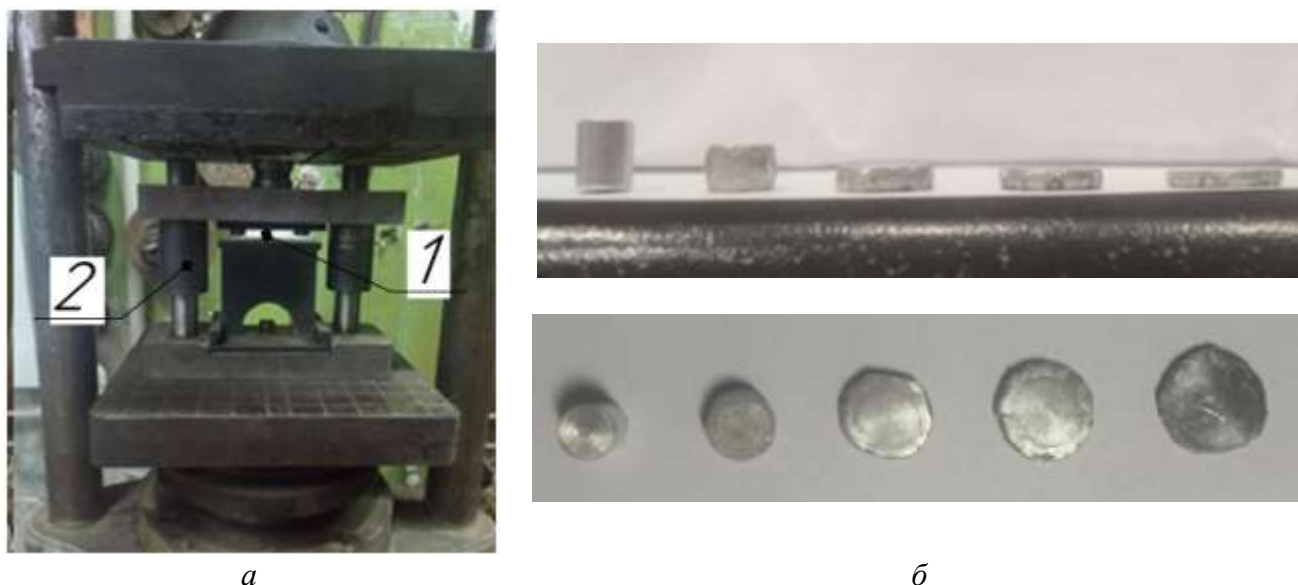
ГУЛИН И.А., МЫЛЬНИКОВ В.В.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ НА СЖАТИЕ**

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Алюмоматричные композиты на основе алюминия получали по методике, которая показана в работе [1]. Для испытаний на сжатие была сконструирована и изготовлена оснастка большой жесткости, показанная на рис. 1 с направляющими 2. В данную конструкцию устанавливался цилиндрический образец для испытаний 1 (рис. 1, а). На рис. 1, б показаны образцы после испытаний на сжатие с различной степенью деформации слева на право: исходный образец-0,155-0,56-0,64-0,7.

Микроскопические исследования проводили по методике из работы [2-3]. При максимальных степенях деформации наблюдали разрывы краев образцов, при этом у сплавов с большим содержанием  $Al_2O_3$  обнаружена приграничная локальная деформация у краев разрывов образцов, а у сплавов с большим содержанием  $Al_2O_3$  такого не обнаружено. Ни один образец полностью хрупко не разрушился, хотя у сплавов с большим содержанием упрочняющей фазы наблюдались откалывания частей образца.



**Рис. 1. Изображения:** *a* – оснастка для установки образца в пресс; *б* – образцы после сжатия на различную степень деформации

### ***Библиографический список***

1. **Чернышов, Е.А.** Разработка технологии получения алюмоматричного литого композиционного материала с помощью синтеза упрочняющей фазы оксида алюминия в расплаве алюминия / Е. А. Чернышов, А. Д. Романов, Е. А. Романова, В. В. Мыльников // Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. – 2017. – № 4. – С. 29-36. – DOI 10.17073/1997-308X-2017-4-29-36. – EDN ZXGVUT.
2. **Мыльников, В. В.** Методика изучения поверхности разрушения материалов с использованием современной микроскопии и применением цифровой обработки изображения / В. В. Мыльников, Э. А. Дмитриев // Материаловедение. – 2023. – № 3. – С. 12-21. – DOI 10.31044/1684-579X-2023-0-3-12-21. – EDN НТКZZK.
3. **Мыльников, В. В.** Особенности применения дисперсно-упрочненных композиционных материалов, полученных по технологии внутреннего окисления для строительных конструкций / В. В. Мыльников, О. Б. Кондрашкин, И. А. Гулин // Приволжский научный журнал. – 2023. – № 1(65). – С. 65-71. – EDN VAXFLQ.

УДК 620.178:620.172.22

ДИКУШИНА А.Д., ВОРОБЬЕВ Р.А.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТВЕРДОСТИ И МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ФЕРРИТА МЕТОДОМ КИНЕТИЧЕСКОГО ИНДЕНТИРОВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Использование метода кинетического индентирования для определения физико-механических характеристик материала является весьма актуальным. В настоящее время появляются новые, более совершенные, методики с целью уменьшения расхождения результатов и выявления влияющих на них факторов.

В данной работе исследуются закономерности изменения получаемых при кинетическом индентировании характеристик, таких как модуль упругости, твердость по Виккерсу и кинетическая твердость, от нагрузки индентирования и времени выдержки под нагрузкой.

**Методика эксперимента.** На исследование были представлены отожженные ( $t = 1300^{\circ}\text{C}$ ) образцы из стали 10. Микроструктуру изучали на поперечных шлифах при увеличении 100 - 500 на металлографическом микроскопе МТ 7530F. Твердость феррита измеряли двумя методами: восстановленного отпечатка и кинетического измерения твердости. Кинетическое индентирование образцов проводили на установке Fischerscope HM2000. Параметры индентирования: верхний предел испытательной нагрузки 2 Н; предел глубины индентирования до 9 мкм; радиус скругления четырехгранного индентора Виккерса  $R = 0,22$  мкм. Нагрузку индентирования варьировали от 10 до 2000 мН и время выдержки под постоянной нагрузкой - от 10 до 60 с. Далее твердость по Виккерсу вычисляли на основании корреляционных зависимостей между значениями  $H_{IT}$  и  $HV$ . Проводили сравнение значений твердости по Виккерсу, полученных на установке Fischerscope HM2000 и микротвердомере НМV. Кроме того, изучали закономерности изменения кинетической твердости и модуля упругости с увеличением нагрузки индентирования при времени выдержки 30 с.

В результате исследования было выявлено:

- Метод восстановленного отпечатка независимо от установки, на которой проводили измерения, на одних и тех же образцах дает идентичные результаты твердости по Виккерсу.
- Время выдержки под нагрузкой при индентировании и измерении твердости по Виккерсу не влияет на результаты измерений, что подтверждено результатами испытаний при 10, 30, 60 с.
- При кинетическом измерении твердости по Виккерсу на установке Fischerscope HM2000 время выдержки под нагрузкой незначительно влияет на результаты испытаний; все отклонения находятся в пределах погрешности измерений.
- Значения твердости по Виккерсу, полученные при кинетическом индентировании, оказываются на 6-10 % выше, чем определенные по методу восстановленного отпечатка.
- Данные кинетической твердости и модуля упругости, полученные при индентировании с увеличивающейся нагрузкой (1000 - 2000 мН), находятся в удовлетворительном согласии с нагрузкой 2000 мН при варьировании времени выдержки 30 - 60 с.

**Выводы.** При использовании метода кинетического индентирования в микродиапазоне для уменьшения влияния размерного эффекта характеристики разных материалов или разных состояний одного материала следует сравнивать при обеспечении одинаковой глубины отпечатка. Измерения отдельных элементов структуры материала следует проводить, не задевая границ зерен и других фаз, что снизит разброс характеристик.

### *Библиографический список*

1. Булычев С. И. Достижения и перспективы испытания материалов непрерывным вдавливанием индентора / Заводская лаборатория. 1992. Т. 58. № 3. С. 29 - 36.
2. Матюнин В. М., Марченков А. Ю., Волков П. В. Диагностика механических свойств материалов по диаграммам индентирования на разных масштабных уровнях / Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2015. Т. 81. № 4. С. 47 - 52.
3. Петржик М. И., Штанский Д. В., Левашов Е. А. Современные методы оценки механических и трибологических свойств функциональных поверхностей / Материалы X Международной научно-технической конференции «Высокие технологии в промышленности России». - М.: ОАО ЦНИТИ «Техномаш», 2004. С. 311 - 318.
4. Дубинский В. Н., Воробьев Р. А. Дефекты кристаллической решетки и прочность металлов и сплавов: Учеб. пособие. - Н. Новгород: НГТУ, 2013. - 88 с.

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОБРАБОТКИ ИМПУЛЬСНЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ НА МИКРОТВЁРДОСТЬ И МИКРОСТРУКТУРУ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Магнитно-импульсная обработка материалов всё чаще используется в промышленности, так как даёт широкие возможности для повышения качества выпускаемой продукции, изменяет структуру и свойства различных материалов.

Процесс магнитно-импульсной обработки материалов основан на преобразовании электрической энергии, запасённой в накопителе, в переменное магнитное поле, выполняющее работу пластической деформации заготовки или разгоняющее тело. Магнитно-импульсная обработка воздействует на материал, улучшая физико-механические свойства.

Изделие, помещённое в магнитное поле, локально разогревается. Интенсивность вихревых токов, создаваемые полем, растёт в местах структурной неоднородности материала, а именно там, где есть дефекты кристаллической решётки. В результате магнитной обработки материала, все дефекты либо исправляются, либо выталкиваются.

Целью данной работы является изучение литературных источников и экспериментальное подтверждение влияния частоты и времени импульсного магнитного поля на микротвёрдость и морфологию графитовых включений в высокопрочном чугуна.

В результате магнитно-импульсной обработки должно происходить изменение формы и размера включений графита. Это может происходить вследствие интенсификации диффузионных процессов, а также возможной диффузии атомов углерода. Изменение напряжённого состояния феррита в составе высокопрочного чугуна также может оказывать воздействие на вид включений графита, деформируя его. Изменение формы включений графита может быть вызвано формированием и ростом новых зёрен феррита вблизи включений графита.

Анализ литературных источников показал, что в результате проведения магнитно-импульсной обработки должно происходить повышение микротвёрдости и уменьшение её неравномерности по сечению. Объясняется это структурными изменениями и пластическими микродеформациями.

Для выбора оптимального режима магнитно-импульсной обработки с целью проявления и усиления эффекта упрочнения требуется тщательный подбор частоты импульса и продолжительности его воздействия на материал из высокопрочного чугуна. Вызывает также интерес выявление наиболее сильного влияния параметра магнитно-импульсной обработки (частоты импульса или продолжительности его действия) путем проведения по результатам эксперимента метода дисперсионного анализа.

Изучение изменений микроструктуры высокопрочного чугуна под воздействием импульсного магнитного поля требует проведения дальнейших экспериментальных исследований с применением метода металлографического анализа.

### *Библиографический список*

1. **Анисович А.Г., Румянцева И.Н., Мисуно П.Н., Бевза В.Ф., Ажаронок В.В.** Изменение структуры и свойств уплотнительных колец из чугуна при магнито-импульсной обработке // Электронная обработка материалов. 2010. №2 (262). С.19-26
2. **Давыдов С.В.** Эффективность магнито-импульсной обработки // Весн. БГТУ.2007. №3(15).

**АКТИВИРОВАНИЕ НАУГЛЕРОЖИВАЮЩЕГО СПЕКАНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ  
ПРЕССОВОК ВВЕДЕНИЕМ ДОБАВОК ОКСИДА ЖЕЛЕЗА  
ИЛИ СИНТЕТИЧЕСКИХ АЛМАЗОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современное развитие техники постоянно выдвигает задачи изыскания новых материалов с высокими эксплуатационными свойствами. В отношении создания экономичных и высококачественных полуфабрикатов и изделий огромными потенциальными возможностями обладает порошковая металлургия (ПМ).

Одной из наиболее высокопроизводительных и экономичных технологических схем, позволяющих получать изделия конструкционного назначения непосредственно из порошков, является технология, включающая получение холоднопрессованных заготовок, максимально приближенных по размерам и форме к готовому изделию, и их последующее спекание.

Спекание обеспечивает получение из порошковой формовки изделия с механическими свойствами, близкими к таковым для компактного материала. В то же время спекание является весьма энергоемкой технологической операцией, что существенно сказывается на стоимости готовых изделий. Поэтому разработка технологических приемов, позволяющих снизить температуру спекания или уменьшить его продолжительность, - весьма актуальная проблема, один из путей решения которой - использование активированного спекания.

Целью работы является получение закономерностей активации спекания пористого железа и разработка рекомендаций, направленных на повышение эксплуатационных характеристик изделий из порошковых конструкционных сталей сразу после спекания.

Согласно методике методом холодного прессования в закрытой пресс-форме были изготовлены экспериментальные образцы на основе порошка железа марки ПЖРВ с добавлением оксида железа и поликристаллического алмазного порошка RDDM и их последующим спеканием. Спекание прессовок осуществлялось в герметичном контейнере, наполненный твердым древесноугольным карбюризатором ГОСТ 2407-83. Для герметизации контейнера использовался шамотный мертель. Контейнер с прессовками устанавливался в холодную печь и нагревался до температуры 900 °С и 1100 °С с выдержкой 90 минут. После контейнер охлаждался до температуры 700 °С в печи, затем на спокойном воздухе.

Измерены пористость до и после спекания, определены значения усадки в процентах, твердости по Бринеллю.

По результатам исследования были сделаны следующие выводы:

- 1) в ходе исследования получены зависимости твердости от содержания алмазного порошка и пористости после спекания при различной температуре;
- 2) установили, что с увеличением температуры спекания усадка выше, так как происходит интенсификация физико-химических процессов.

***Библиографический список***

1. **Еремеева, Ж. В.** Влияние природы углеродных материалов на структуру и свойства порошковых сталей: диссертация ... доктора технических наук : 05.16.06 / Еремеева Жанна Владимировна; [Место защиты: Нац. исслед. технол. ун-т].- Москва, 2010.- 383 с.
2. **Стоянов А. А., Бурко В. В., Дядичев В. В., Дядичев А. В., Менюк С. Г.** Технология и производство порошковых изделий: учебное пособие / Т38 А. А. Стоянов, В. В. Бурко, В. В. Дядичев. и др. – Симферополь : Издво ООО «Антиква», 2021. – 236 с.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ ВТ 16

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Скоростная электротермическая обработка (СЭТО) токами высокой плотности  $10^8$ - $10^9$  А/м<sup>2</sup> оказывает положительное воздействие на структуру и свойства металлов и сплавов [1,2]. Интерес вызывает применение СЭТО для титановых сплавов.

Особенности фазовой перекристаллизации титана и его сплавов при скоростном нагреве изучались в работе [3]. В отличие от сталей, фазовая перекристаллизация титановых сплавов не приводит к измельчению зерна. Применение быстрого нагрева при деформации и термической обработке титановых сплавов использовали исследователи [4]. При скоростном нагреве, в отличие от обычного печного, продолжительность пребывания металла при температурах  $\beta$ -области может быть уменьшена до нескольких секунд. Это позволяет фиксировать различные начальные и промежуточные стадии роста  $\beta$ -зерен и тем самым обеспечивать получение их размеров в заданном диапазоне. Жаропрочные свойства и вязкость разрушения повышаются при сохранении достаточно высокого уровня пластичности и сопротивления усталости. Применение быстрого нагрева при производстве и окончательной термической обработке полуфабрикатов из титановых сплавов может обеспечить получение пластичной структуры, создание различных градиентных композиций, что является важным для решения проблем повышения качества полуфабрикатов и работоспособности изготовленных из них деталей. Исследование скоростного нагрева под закалку титановых сплавов проведено в [5]. Использование скоростного нагрева под закалку при термическом упрочнении ( $\alpha+\beta$ ) титановых сплавов позволяет улучшить комплекс механических свойств за счет подавления роста зерен при нагреве до однофазной  $\beta$ -области и диспергирования внутренней структуры. Положительный эффект скоростной обработки обусловлен образованием при нагреве под закалку химически неоднородной высокотемпературной  $\beta$ -фазы. В одном и том же сплаве при различных режимах скоростного нагрева можно сформировать широкий спектр структурных состояний, а следовательно, и свойств, что свидетельствует о широких возможностях подобной обработки. Прирост прочности  $\Delta\sigma$  существенно зависит от содержания в сплаве  $\beta$ -стабилизирующих элементов. Максимальный прирост прочности наблюдается в сплаве ВТ-23 ( $C_o^{Mo}=9,2$  %) = 480 Н/мм<sup>2</sup>, для сплавов ВТ-6 ( $C_o^{Mo}=3,2$  %) и ВТ22 ( $C_o^{Mo}=13,1$  %) прирост уменьшается до 60 и 310 Н/мм<sup>2</sup> соответственно. Подобный эффект, очевидно, определяется немонотонной зависимостью объемной доли упрочняющей фазы от концентрации  $\beta$ -стабилизирующих элементов.

Перспективные способы поверхностного упрочнения титановых сплавов и сталей при скоростном нагреве показаны в работе [6]. При электронно-лучевой закалке сталей и сплавов ВТ9 и ВТ6 после нагрева со скоростями 100-1000 К/с формируется мартенситная структура мелкодисперсного строения с повышенной твердостью.

Упрочняющая термическая обработка титановых сплавов с применением скоростного нагрева изучена в работе [7]. Исследовался скоростной электронагрев под закалку. Пластичность сплавов мартенситного класса, упрочненных с использованием скоростного электронагрева до  $\sigma_0=1450$ - $1600$  Н/мм<sup>2</sup>, в состаренном состоянии в 1,5 раза выше, чем после термической обработки в печи на такую же прочность. Наибольший эффект электротермического упрочнения (после закалки и старения)  $\Delta\sigma=650$  Н/мм<sup>2</sup> наблюдается в сплаве критического состава ВТ22. В титановых сплавах мартенситного класса с концентрацией стабилизирующих элементов, близкой к критической (ВТ16 и ВТ23), наблюдается эффект повышения  $\sigma_0$  на 150 – 200 Н/мм<sup>2</sup> после закалки с использованием электронагрева, что связано с образованием в структуре одновременно  $\alpha''$  –  $\alpha'$  мартенсита.

В исследовании [8] рассмотрены фазовые превращения в условиях скоростного нагрева титановых ( $\alpha+\beta$ ) сплавов и их влияние на механические свойства. Обнаружен эффект упрочнения предварительно закаленных титановых сплавов после повторного скоростного нагрева в интервале 400-600 °С.

Влияние скорости нагрева на температуру ( $\alpha+\beta$ ) $\rightarrow\beta$  превращения в титановых сплавах исследовано в [9]. Смещение температуры  $T_n$  при скоростном нагреве двухфазных титановых сплавов по отношению к  $T_n$  при равновесных условиях увеличивается пропорционально коэффициенту  $k_\beta$  сплава и размеру кристаллов  $\alpha$ - фазы в исходной структуре. При одинаковой скорости нагрева и равенстве параметров  $b$  и  $d$ , характеризующих пластинчатую и глобулярную структуры, превращение заканчивается в сплавах с глобулярной структурой. Границы возможного смещения  $T_n$  согласно диффузионному механизму, постоянны для каждого конкретного сплава и определяются только химическим составом. Критическая скорость нагрева, выше которой происходит стабилизация  $T_n$ , определяется легированностью сплава и дисперсностью исходной структуры. Возможности использования скоростного нагрева для повышения механических свойств титановых сплавов показаны в [10]. Влияние электроимпульсной обработки на структуру поверхностного слоя сплава ВТЗ-1 исследовано в [11]. Проведено рентгенодифрактометрическое исследование структуры и изучена усталостная прочность титанового сплава ВТЗ-1 после электроимпульсной обработки (ЭИО). Исследовано влияние ЭИО на релаксацию остаточных напряжений, размеры блоков мозаики, модуль упругости поверхностного слоя и на предел текучести сплава. Электроимпульсная обработка сплава ВТЗ-1, подвергнутого поверхностному ультразвуковому упрочнению, вызывает релаксацию остаточных поверхностных напряжений на 100 – 150 МПа. ЭИО сплава ВТЗ-1 уменьшает размеры блоков мозаики, выравнивает их размеры в образцах, прошедших различную ультразвуковую обработку. В приведенных выше исследованиях не приведены данные о плотности тока, примененных при СЭТО, тогда как фактор плотности тока имеет важное значение в электротермической обработке, особенно для парамагнитных материалов, так как возрастает скорость нагрева и начинают влиять на кристаллическую структуру потоки электронов проводимости [1]. Результатов исследований по влиянию СЭТО титановых сплавов на кристаллографическую структуру достаточно мало.

УДК 620.18

ЗАХАРЫЧЕВ Е.А., ПРОНИН А.И., МЫЛЬНИКОВ В.В.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ РЕЗАНИЕМ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ**

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

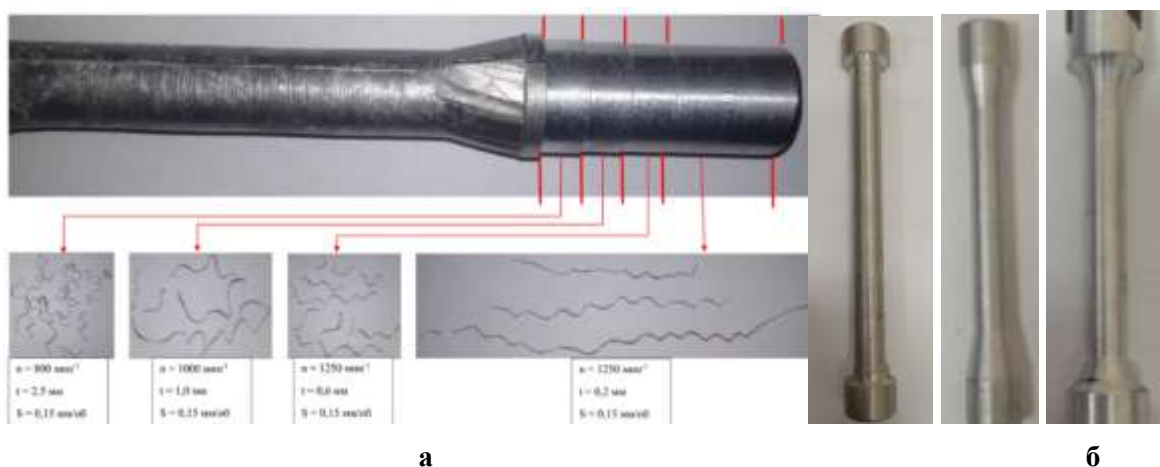
Исследованиям были подвергнуты образцы из дисперсно-упрочненных композиционных материалов на основе алюминия, полученные по технологии работы [1]. Структурные исследования проводили по методике [2].

Литые заготовки подвергали обработке резанием. В отечественных источниках отсутствуют систематические данные по обработке данного класса материалов, но имеются публикации в зарубежных источниках. Представленные параметры точения не соответствуют чистовым и получистовым режимам, требуемых при изготовлении образцов из алюминоматричных композиционных материалов. В связи с этим провели исследование с целью определения параметров обработки для данного класса материалов.

Установлено: предпочтительным диапазоном скорости резания на токарном станке, обеспечивающим устойчивый процесс резания и качество обработанной поверхности, 120 – 150 м/мин. При этих скоростях снижаются вырыв твердой фазы композиционного материала и шероховатость обработанной поверхности до Ra1,25. Проведенные исследования позволи-

ли получить эмпирические зависимости параметров обработки и подготовить образцы различной формы с требуемым качеством и шероховатостью.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-13-20009, <https://rscf.ru/project/22-13-20009/>



**Рис. 1. Изображения:** а – поверхность и стружка литого образца при различных режимах резания; б – образец после обработки резанием

### *Библиографический список*

1. **Чернышов, Е.А.** Разработка технологии получения алюмоматричного литого композиционного материала с помощью синтеза упрочняющей фазы оксида алюминия в расплаве алюминия / Е. А. Чернышов, А. Д. Романов, Е. А. Романова, В. В. Мыльников // Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. – 2017. – № 4. – С. 29-36. – DOI 10.17073/1997-308X-2017-4-29-36. – EDN ZXGVUT.
2. **Мыльников, В. В.** Методика изучения поверхности разрушения материалов с использованием современной микроскопии и применением цифровой обработки изображения / В. В. Мыльников, Э. А. Дмитриев // Материаловедение. – 2023. – № 3. – С. 12-21. – DOI 10.31044/1684-579X-2023-0-3-12-21. – EDN НТКZZК.

УДК.621.79

КИЛИН С.В.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ РАЗНОТОЛЩИННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТАЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ СТРУКТУРНЫХ КЛАССОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие машиностроения и приборостроения неразрывно связано с разработкой и внедрением прогрессивных технологических процессов, основанных на новейших достижениях науки и техники [1].

Благодаря постоянным исследованиям и возможности внедрения новых технологий на производстве существенно расширяется применение лазерных технологий. Наряду с увеличением производительности лазеры дают принципиально новые результаты обработки мате-

риалов. В последние годы созданы простые и надежные промышленные лазеры с большим ресурсом работы и регулируемыми параметрами излучения.

Процессы лазерной технологии относительно просты в осуществлении и легко управляемы. Использование лазерной обработки позволяет автоматизировать процесс производства, получить изделия высокого качества и обеспечить заданную производительность процессов. При использовании лазеров возможно получить технические и экономические результаты, которые невозможно получить другими видами обработки.

Высокая локализация излучения и отсутствие механического воздействия пучка лазера на объект обработки позволяют реализовать различные операции: сварку, резку, поверхностное упрочнение и другие операции, которые осуществляются на легко деформируемых изделиях и деталях, в том числе и вблизи теплочувствительных элементов.

Лазерную сварку производят на воздухе или в среде защитных газов. Лазерным лучом легко управлять и регулировать, с помощью зеркальных оптических систем. Луч легко транспортируется и направляется в труднодоступные для других способов сварки места [1].

В отличие от других способов сварки на лазерную сварку не влияют магнитные поля, что обеспечивает стабильное формирование шва. В процессе лазерной сварки обеспечивается небольшой объем сварочной ванны, малая ширина зоны термического влияния, а также высокие скорости нагрева и охлаждения. Эти параметры обеспечивают малые деформации и высокую прочность сварных соединений.

Актуальность данного исследования заключается в необходимости установления характера влияния параметров лазерной обработки на изменения микроструктуры и механических свойств сталей, что позволит разработать технологию лазерной сварки разнотолщинных изделий из сталей различных структурных классов с целью повышения их прочности и пластичности. Внедрение такой технологии позволит повысить производительность труда, и увеличить количество выпускаемой продукции.

---

**Григорьянц А.Г.** Основы лазерной обработки материалов. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 стр.: ил.

УДК 531/534

КОЖАНОВ Д.А.

## **ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

В процессе эксплуатации здания подвергаются антропогенным нагрузкам, что может стать причиной их повреждения, снизив эксплуатационную надежность: уменьшить устойчивость, ухудшить несущую способность перекрытий.

Созданные цифровые двойники зданий и сооружений, а именно их конечно-элементные модели предоставляют уникальные возможности для снижения риска техногенных катастроф, разрушения зданий, относящихся к объектам культурного наследия путем определения напряженно-деформированного состояния силовых элементов зданий и сооружений.

На ул. Ильинская, находящейся в исторической части г. Нижний Новгород, располагается большое количество ОКН как регионального, так и федерального уровней. При этом территория подвержена высокой антропогенной нагрузке, связанной с располагающейся на ней трамвайной линией. Частота проезда трамваев достигает 300 ед./сутки.

Созданная в ННГАСУ лаборатория непрерывного контроля технического состояния

зданий и сооружений позволила провести широкий спектр исследований несущих строительных конструкций зданий, находящихся по адресу:

1) г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 67;

2) г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65 (дом купца Рычина, первое здание Мариинского института благородных девиц, 1852);

3) г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 61 (дом купца Маркова, 1905 г.);

По имеющимся планам зданий и экспликации по этажам были построены геометрические модели в системе ANSYS (Лицензия ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (10/100), ANSYS Customer Number: 1051709).

По результатам проведенных численных расчетов [1-3] на основании информации о натуральных нагрузках, передаваемых на объект, были получены поля распределения напряжений и деформаций поэтажно для каждого из рассматриваемых зданий.

Величины максимальных эквивалентных напряжений по 4-й теории прочности зданий поэтажно приведены варьируются в пределах от 0,15 до 3,3 МПа. Максимальные напряжения в несущих конструкциях зданий возникают в местах их ослабления (дверные проемы, оконные проемы и т.д.).

Данная работа выполнена при поддержке гранта Правительства Нижегородской области для молодых ученых от "1" декабря 2022 г. № 316-06-16-80а/22

### *Библиографический список*

1. **Монография Хазов П.А., Кожанов Д.А., Анущенко А.М., Сатанов А.А.** Динамика строительных конструкций при экстремальных природных воздействиях: колебания, прочность, ресурс // Н. Новгород: ННГАСУ; 2022
2. **Лапшин А.А., Хазов П.А., Лихачева С.Ю. Кожанов Д.А.** Оценка прочности и устойчивости композитных сталежелезобетонных элементов с совместным применением стержневых и твердотельных расчетных моделей // Приволжский научный журнал. 2021. № 3 (59). С. 9-16;
3. **Кожанов Д.А., Лихачева С.Ю.** Использование вложенных в ANSYS моделей материалов, для описания деформирования каменных кладок // Сборник докладов V Всероссийского фестиваля науки. Н. Новгород; ННГАСУ; 2015, стр. 86-90

УДК 531/534

КОЖАНОВ Д.А.

## **АНАЛИЗ РАСТЯЖЕНИЯ ТКАНЫХ КОМПОЗИТОВ С КОНЦЕНТРАТОРОМ НАПРЯЖЕНИЙ**

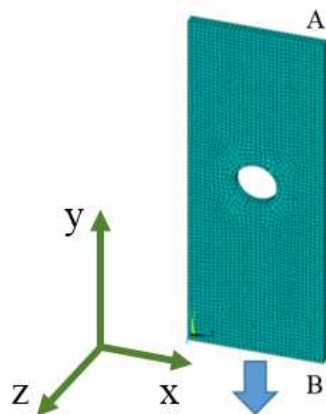
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

В случае моделирования поведения объекта, созданного на основе тканого композита, актуальным является метод построения моделей, позволяющий без значительных вычислительных затрат смоделировать поведение исследуемого материала. В [1] предложена модель поведения тканых композитов с применением конечно-элементного моделирования в системе ANSYS Mechanical APDL.

В системе ANSYS реализована возможность создания пользовательских моделей материалов на основе имеющихся в собственной библиотеке. Для реализации этой возможности был создан программный модуль, в форму которого необходимо ввести основные геометрические параметры внутренней структуры материала армирующей ткани и механические характеристики компонент композита. Программа создает командный файл, который затем необходимо импортировать в ANSYS. В результате модель будет встроена в про-

граммный комплекс с дальнейшей возможностью использования при моделировании объектов, удовлетворяющих условиям применимости модели.

В качестве верификации интегрированной в систему ANSYS модели была решена прикладная задача о статическом растяжении образцов гибких тканых композитов VP6545, VP6131, VP4126 с локальным повреждением в форме кругового отверстия (рис.1). Диаметр отверстия равен  $d=5$  мм. Размеры и свойства моделируемого образца материала соответствовали образцам материалов, использовавшимся в экспериментах на статическое растяжение.



**Рис. 1. Образец гибкого тканого композита с концентратором напряжений.**

Анализ результатов верификации модели, интегрированной в систему ANSYS, показал хорошее качественное и количественное согласование результатов до величин предельных деформаций, соответствующих разрушению образца. Погрешность модели, интегрированной в ANSYS, при решении тестовой задачи составила не более 13 % относительно результатов экспериментов.

---

**Кожанов Д.А.** Моделирование поведения гибких тканых композитов при растяжении. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук // Н. Новгород: ННГУ; 2017.

УДК 620.20

КОНОВАЛОВА Т.А., БУЗОВЕРЯ М.Э.

### **ВОЗМОЖНОСТИ АСМ В ИССЛЕДОВАНИИ НОВЫХ ЗАЩИТНЫХ САМОКЛЕЯЩИХСЯ ПОКРЫТИЙ**

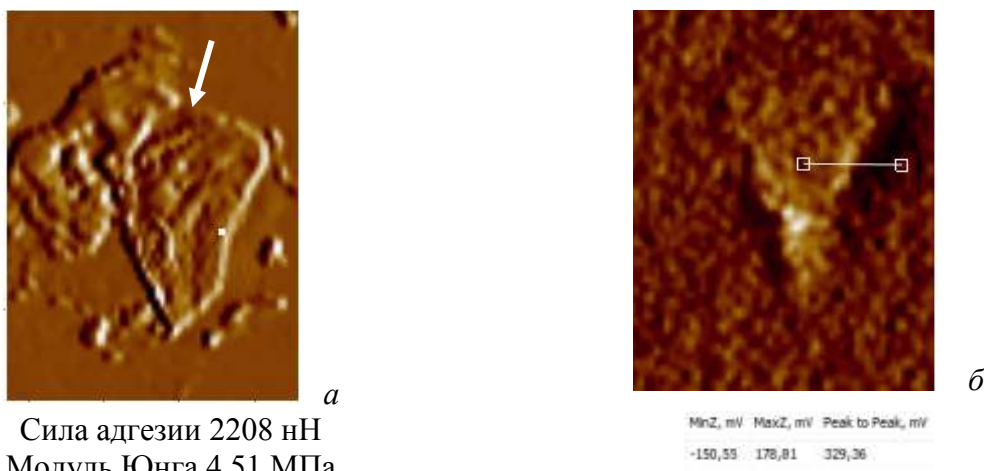
СарФТИ НИЯУ МИФИ  
РФЯЦ-ВНИИЭФ

Разработка полимерных композитов для целей как радио-, так и радиационной защиты, является актуальным направлением [1]. Материалы нового типа, самоклеющиеся полимерные покрытия, рассматриваются как материалы комбинированной защиты. Имеются данные о высоких радиационно-защитных свойствах этих покрытий [2,3]. В настоящее время начаты исследования радиозащитных свойств материалов этого класса. Поэтому АСМ рассматривается как метод, способный контролировать изменения структуры и физических параметров на микро- и наноуровне после воздействия излучений, разной природы.

Известно, что наличие наполнителя и его физико-химические характеристики влияют не только на защитные, но и на механические свойства композитов. Максимальными защитными свойствами обладают композиты с максимальным содержанием наполнителя. Однако,

большое количество наполнителя ухудшает механические свойства композита за счет ослабления полимерных связей. Поэтому требуется оптимизация состава композиций для обеспечения нужного уровня защитных свойств покрытий. Кроме того, контактные явления важны и для электрических свойств ЭМИ поглощающих материалов. В связи с этим, целью работы являлась демонстрация возможности мультимодовой АСМ в исследовании самоклеющихся покрытий как материала комбинированной защиты.

В работе методом атомно-силовой микроскопии проведено исследование многоуровневой структуры и локальных физико-механических свойств новых самоклеющихся защитных покрытий разного состава. Образцы разработаны и изготовлены специалистами Мордовского университета им. Н.П.Огарёва. Проанализированы распределение наполнителя в матрице, особенности взаимодействия между частицами наполнителя и полимерной матрицей в образцах разного состава. Выявлено влияние состава на структуру, локальные механические свойства и электрофизические свойства покрытий. На рисунке показан пример алгоритма измерения локальных характеристик потенциала и силы адгезии в одной области.



Сила адгезии 2208 нН  
Модуль Юнга 4,51 МПа

**Рис. 1. АСМ-скан, 10x10мкм:** а – фрагмент АСМ-скана фазы с точкой измерения микромеханических свойств, б – фрагмент АСМ-скана с сечением в области скачка потенциала

### *Библиографический список*

1. **А.А. Бойков.** Нанокompозиты на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена для комплексной радио- и радиационной защиты. Дис. ктн, -М: 2016, -140с.
2. **В.Д.Черкасов и др.** Самоклеящиеся защитные покрытия // ж. Региональная архитектура и строительство, 2019, №4, с. 20-25.
3. **М. Е. Buzoverya, I. A. Karpov** RESEARCH OF RADIATION RESISTANCE OF POLYMER COMPOSITE MATERIALS// Materials Physics and Mechanics 44 (2020) 433-438.

УДК 620

КУРУМА ЛАНСИН, БЕЛЯЕВ С.В.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕНОКЕРАМИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ РАФИНИРОВАНИЯ СТАЛИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современное производство ответственных металлических изделий предъявляет высокие требования к качеству исходных металлов и сплавов, и прежде всего, к уровню механических свойств. Улучшить механические свойства металлов и сплавов можно за счет умень-

шения общего количества неметаллических включений, растворенных газов и улучшения микроструктуры. Эффективным способом уменьшения неметаллических включений является фильтрация расплавленного металла через различные фильтрующие устройства. Фильтрация расплавленных металлов основана на явлении осаждения на фильтрующей поверхности неметаллических включений во взвешенном состоянии в жидком металле.

В последние годы пенокерамические фильтры с размером пор 10, 20 и 30 пор на дюйм широко используются в отечественной и зарубежной промышленности в литейной и сталелитейной промышленности. Применение пенокерамических фильтров (ПКФ) позволяет повысить чистоту отливок, уменьшить количество брака, повысить выход годного металла, а также улучшить комплекс механических свойств.

Пенокерамические фильтры (PCF) представляют собой фильтры с внутренней фильтрующей поверхностью. Благодаря своей структуре они могут, в отличие от двумерных фильтров (керамическая сетка и стекловолокно), улавливать включения микронного размера.

Пенокерамические фильтры выглядят как губка. Их получают путем пропитки полимерной пены с последующей высокотемпературной варкой. Полимерная матрица выгорает в процессе обжига, а керамическая основа спекается и образует каркас. Пенокерамические фильтры характеризуются случайным распределением размеров пор. В настоящее время разработаны технологии изготовления различных ФКВ со свойствами, соответствующими требованиям литья большинства цветных металлов, сплавов и чугуна.

Стали и специальные сплавы имеют более высокую химическую активность и температуру литья, чем цветные металлы и сплавы, и по этой причине фильтрующее рафинирование не так широко применяется, как рафинирование цветных металлов и чугуна. В связи с этим проблема разработки технологии новых высокотемпературных пенокерамических фильтров с повышенной химической стойкостью остается актуальной.

В НГТУ им. Р. Е. Алексеевой с кафедры металлургических технологий и оборудования проводились исследования возможности получения и рафинирования некоторых сталей с использованием пенокерамических фильтров на основе оксида алюминия, диоксида циркония и диоксида углерода титана при производстве отливок массой до 30 кг. Мы изготовили и испытали ПКФ размерами 50x50x20 и 50x50x10 с пористостью 10 пор на дюйм (4 поры на 1 см). Фильтры из оксида алюминия и диоксида циркония ( $ZrO_2 - Al_2O_3$ ) имели наибольшую эффективность, фильтры из диоксида титана и оксида алюминия ( $TiO_2 - Al_2O_3$ ) менее эффективны; пенокерамические фильтры из  $ZrO_2 - Al_2O_3$  эффективны для удаления включений различных фаз из углеродистых и нержавеющей сталей и обладают более высокой термической стабильностью.

#### ***Библиографический список***

1. Фильтрация металла в форме (Сбор материалов на фильтры, эффективность использования, опыт использования в отечественной и зарубежной практике). ИТСМ Металлургия. г\_Москва, 2005, с. 220.
2. **Беляев С.В., Коровин В.А., Демченко А.И.** Фильтры пенокерамические для фильтрационной очистки черных металлов. 2022 № 5 -С. 195-200

УДК 669-1

МАСКОВ Д.А., ЛЕУШИН И.О.

#### **ПРОИЗВОДСТВО ОТЛИВОК ИЗ ЧУГУНА С ВЕРМИКУЛЯРНЫМ ГРАФИТОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МОДИФИКАТОРОВ В УСЛОВИЯХ ООО «НЛЗ»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время перспективность применения чугуна с вермикулярным графитом (ЧВГ) не вызывает никаких сомнений. Потенциальное широкое внедрение ЧВГ в производ-



ство деталей машиностроения обусловлено экономическими, технологическими и эксплуатационными преимуществами чугуна с вермикулярным графитом перед, например, серым чугуном.

Согласно экономическим показателям, производство чугуна с вермикулярным графитом по экономичности близко к производству высокопрочного чугуна и слегка уступает производству серого чугуна и значительно превосходит все другие виды сплавов на основе железа.

ЧВГ присущи высокие литейные свойства, позволяющие получать тонкостенные отливки сложной конфигурации без усадочных дефектов, неметаллических включений и трещин, а жидкотекучесть этого металла по своим значениям практически не отличается от жидкотекучести серого чугуна.

Принимая во внимание высокие эксплуатационные свойства чугуна с вермикулярной формой графита целесообразно использование этого материала в отливках ответственного назначения, работающих в условиях высокого давления, с повышенными требованиями к герметичности. ЧВГ также хорошо заменяет собой высокопрочный чугун из-за своих литейных свойств, близких к серому чугуну.

Однако основная проблема получения вермикулярного графита в чугуне связана крайней нестабильностью процесса получения качественной структуры, высокой степенью зависимости формы графитовых включений от толщины стенки и скорости охлаждения отливки, жесткими требованиями к содержанию иного графита (допускается до 30% шаровидного графита, пластинчатого графита не допускается вовсе), необходимостью высокой степени металлургического контроля процесса.

По большей части получение качественной структуры ЧВГ зависит от модифицирующей добавки. Наилучшим образом показывают себя модификаторы на основе магния с содержанием редкоземельных металлов, например рений и церий. Проблемой здесь является то, что большинство таких модификаторов на рынке являются импортными.

В работе проанализированы различные способы модифицирования расплава чугуна с целью получения структуры вермикулярного графита, изучен отечественный и зарубежный опыт производства отливок из ЧВГ, а также исследованы проблемы качества литых заготовок на новом производстве ООО «Нижегородский литейный завод» и предложены варианты их решения.

Установлено, что статистически отечественные модификаторы обеспечивают менее стабильное качество структуры ЧВГ, однако при повышении степени металлургического контроля процесса получения чугуна с вермикулярной формой графита в части модифицирования, анализа качества, расчета будущей структуры отливок с учетом времени живучести добавок и состава модификаторов, импортозамещение в этой области более чем целесообразно и эффективно.

По результатам исследования разработан технический проект, предусматривающий внедрение в действующее производство новой системы контроля качества посредством термического анализа модифицированного расплава.

Метод позволяет на стадии подготовки расплава к разливке предсказать структуру будущих отливок и соответствующим образом скорректировать химический состав металла. Также предложено применение отечественного модификатора для ЧВГ, произведенного по инновационной технологии – в виде быстроохлажденных пластин толщиной до 3 мм, так называемый «чипс-модификатор».

В рамках исследования также проведен обзор экологической безопасности и безопасности труда ООО «Нижегородский литейный завод», а также рассчитан экономический эффект от внедрения предложенного технического решения.

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПЕРВИЧНОЙ СТРУКТУРЫ  
МЕТАЛЛА ПРИ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Одной из тенденций развития современного машиностроения является широкое применение сварки, как эффективного метода снижения себестоимости продукции. Луч лазера, как высококонцентрированный сварочный источник энергии, обладает более широкими технологическими возможностями для управления сварочным процессом, по сравнению с традиционными технологиями сварки при атмосферных условиях [1].

Свойства изделий в значительной степени определяются составом и структурой материала, поэтому поведение сварного соединения при внешнем воздействии нагрузок, температуры, и т.п. будет определяться изменениями структуры в сварном соединении.

Структурно-фазовые превращения в зоне сварки зависят от температурно-временных параметров: степени нагрева, характера распределения теплоты, скоростей нагрева охлаждения.

Вследствие высоких значений плотности мощности лазерного излучения и механизма его взаимодействия металлом, лазерная сварка характеризуется более высокими скоростями нагрева и охлаждения по сравнению с другими способами сварки плавлением.

С целью снижения объёма экспериментальных исследований для прогнозирования получаемых структуры и свойств металла сварного соединения используется компьютерное моделирование, позволяющее оценить скорость протекания тепловых процессов в металле. При прогнозировании структуры сварного соединения необходимо учитывать характер макроструктуры сварного шва, формирующейся в процессе кристаллизации, поскольку этот процесс оказывает определяющее влияние на образование горячих трещин.

Численно-аналитические способы прогнозирования формирующейся первичной микроструктуры разработанные Прохоровым Н.Н., Петровым Г.А., Шаманиной М.В. и др., используются и в настоящее время. Они основаны на измерении геометрических характеристик хвостовой части сварочной ванны. Однако при расчётах реальная форма фронта кристаллизации заменяется на фиктивную, что усложняет расчёты, поскольку при взаимодействии лазерного излучения с металлом межфазная поверхность имеет сложную конфигурацию.

Математическая модель, предложенная в работе [2], основана на расчёте геометрии парогазового канала в толщине металла и количества энергии поглощённого в нём лазерного излучения. Тепловая же модель сварочного процесса описывается группой точечных источников, расположенных на оси по всей глубине канала и движущихся в направлении сварки с определённой скоростью. Также учитывается воздействие на металл плазмы, образуемой над местом сварки в газовой фазе.

Таким образом, математическая модель расчета температурного поля лазерной сварки по источнику [2] является наиболее точной в настоящее время и может использоваться для прогнозирования структуры и свойств лазерных сварных соединений.

***Библиографический список***

1. Технология лазерной сварки. Методические рекомендации: А.М. Чирков, О.Ф. Очин, Н.В. Грезев – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2022. – 192 с.
2. **Макарчук Н. В.** Моделирование формирования первичной макроструктуры сварного шва при лазерной сварке. Вестник ГУМРФ им. С. О. Макарова. — 2022. — Т. 14. — № 2. — С. 281–295.

## ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ИМПУЛЬСНЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ НА МИКРОТВЕРДОСТЬ И МИКРОСТРУКТУРУ СПЛАВА Д16

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время не снижается интерес по изучению влияния слабых магнитных полей на характеристики и свойства различных материалов. Слабые магнитные поля могут влиять на микро- и макроскопические свойства различных материалов, это получило название магнитоэластического эффекта. Под действием магнитных полей изменяются микротвердость, внутреннее трение, предел прочности и другие макроскопические свойства [1] в ионных кристаллах, полупроводниках, металлах, молекулярных кристаллах, полимерах. Однако в литературе имеется недостаточно информации по влиянию слабого магнитного поля на микротвердость сплава Д16.

Целью данной работы является экспериментальное исследование влияния частоты и времени импульсного магнитного поля на микротвердость и микроструктуру закаленно-старенного алюминиевого сплава Al–Cu–Mg (Д16).

В таблице 1 представлены режимы термической и термомагнитной обработки сплава Д16.

*Таблица 1*

**Результаты измерения микротвердости после термической (закалка (500, 1ч); старение (180; 10 ч)) и термомагнитной обработок алюминиевого сплава Д16**

Закалка, МПа	Закалка+старение, МПа	Закалка+старение+ОИМП, МПа				Закалка+ОИМП, МПа			
		4мин.; 5 Гц	8мин. ; 10 Гц	8мин. ; 5 Гц	4мин. ; 10 Гц	4мин; 5 Гц	8мин; 10 Гц	8мин; 5Гц	4мин; 10Гц
939	1146	1094	1237	1254	1182	997	1167	1121	1093

Полученные значения микротвердости образцов, проведенных по режимам: закалка+старение+дополнительная обработка магнитно-импульсным полем (ОИМП) оказались выше в среднем в 1,1 раза, по сравнению с образцами, подвергнутыми ОИМП без применения старения. Вероятно, это связано с тем, что ОИМП приводит к образованию в структуре, пока еще пересыщенного твердого раствора дополнительного количества когерентных или полукogerентных зон, блокирующих движение дислокаций и, тем самым, вызывающих рост микротвердости.

Сравнение микротвердости образцов дополнительно к искусственному старению обработанных ОИМП показало, что наибольшее влияние оказывает время обработки ОИМП-8 мин. Наилучший режим, при котором получено максимальное значение микротвердости - у образца с режимом: закалка + старение + ОИМП (8 мин.; 5 Гц). И близкое к этому значение микротвердости у образца: закалка + старение + ОИМП (8 мин.; 10 Гц).

Микроструктурный анализ проводился на образцах в исходном состоянии (состояние поставки) и после указанных в табл. 1 режимов. Существенных отличий в микроструктуре с применением ОИМП не обнаружено, что может быть объяснено образованием когерентных или полукogerентных частиц, невидимых при микроструктурном анализе.

В настоящее время работа продолжается. Планируется изучить изменения в фазовом составе с помощью рентгеноструктурного анализа.

### Библиографический список

1. Альшиц В.И., Даринская Е.В., Колдаева М.В. Кристаллография- 2003. № 48. С. 838.
2. Осинская Ю. В., Покоев А. В., Магамедова С. Г. Влияние частоты импульсного магнитного поля на старение алюминиевого сплава Al-Si-Cu-Fe -2021 г. №7. С 1025-1030

УДК 669.017

МОРДОВИНА Ю.С.

### ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ХОЛОДНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ВИД КОРРОЗИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ СТАЛИ 10Г2ФБ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева


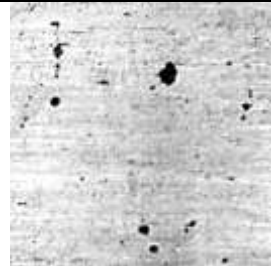
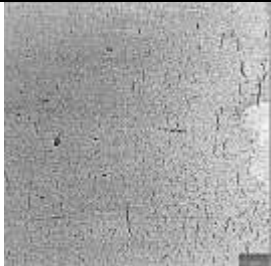
Коррозионное растрескивание под напряжением (КРН) – самая распространенная причина разрушения магистральных газопроводов и наиболее вероятная [1]. Нет однозначных данных о том, как влияет степень холодной пластической деформации (ХПД) на склонность к КРН. Есть сведения, что пластическая деформация (ПД) порядка 1 % снижает уровень остаточных напряжений. ПД около 2 % создает на поверхности сжимающие напряжения. Эти степени снижают склонность к КРН. Однако при росте степени ПД растут остаточные напряжения и повышается склонность к КРН [2].

В исследовании использовалась низкоуглеродистая стали 10Г2ФБ в улучшенном состоянии. Склонность к КРН определялась по методу статического нагружения при кипячении в солях нитратов с временной базой 20 часов. В основе данного метода – метод испытания по ГОСТ 9.901.2-89 и метод исследования разрушения при КРН, разработанный и применяемый в НИФТИ ННГУ им. Н.И. Лобачевского. Коррозионная среда представляет собой раствор нитратов:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  – 57 %,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  – 6 %, остальное – дистиллированная вода [3].

Образцы стали 10Г2ФБ подверглись растяжению (ХПД) на конкретную степень деформации на машине для статических испытаний *AG-100kNXplus* от 3 до 15 % с шагом 3 %. На примере образцов трубной стали 10Г2ФБ в улучшенном состоянии при испытании на КРН с временной базой 20 часов было показано, что степень ХПД влияет на тип образующихся дефектов. В исследуемом интервале 0-6 % образуются поры, при 9 % возникают коррозионные язвы, при 12-15 % образуются как поры, так и микротрещины КРН, образованные по анодному механизму (таблица 1).

**Таблица 1**

**Вид образующихся дефектов в зависимости от степени ХПД**

Степень ХПД, %	0	3	6	9	12	15
Повреждения	Поры			Поры, язвы		Микротрещины
Вид повреждений						

### Библиографический список

1. Руководство по безопасности «Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах магистрального трубопроводного транспорта газа»: утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 26.12.2018 № 647

// URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_315819/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_315819/) (дата обращения: 31.05.2022). — Режим доступа: КонсультантПлюс : [справ.-правовая система].

2. Сергеев, Н.Н. Физико-механические и коррозионные свойства металлических материалов, эксплуатируемых в агрессивных средах: монография / Н.Н. Сергеев [и др.] //М.; Вологда, Инфра-инженерия, 2020. – 556 с.

3. Бутусова, Е.Н. Разработка метода определения поврежденности трубных сталей на ранних стадиях разрушения при коррозионном растрескивании под напряжением: дис. канд. тех. наук: 05.16.01 / Е.Н. Бутусова – Нижний Новгород: Институт проблем машиностроения РАН – филиал ФГБНУ «Федерального исследовательского центра Института прикладной физики РАН, 2020. – 141 с.

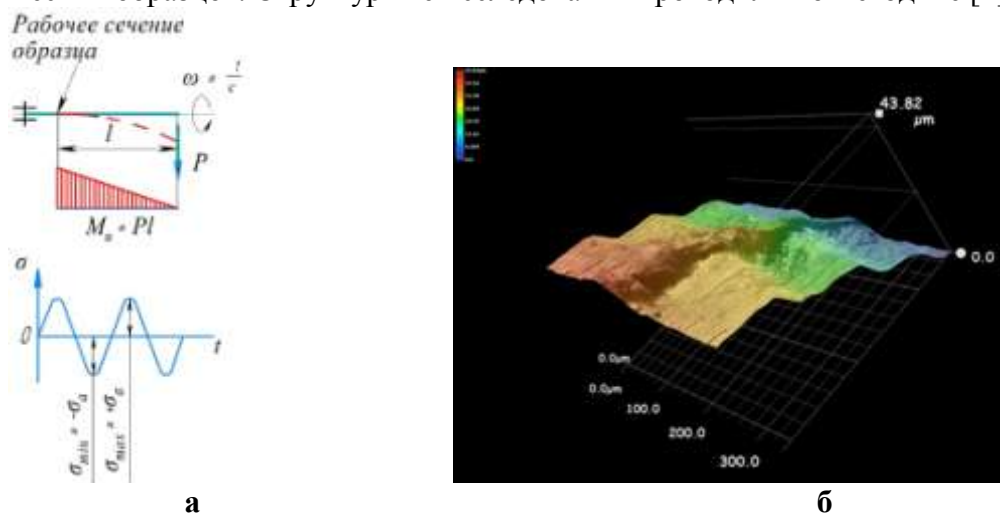
УДК 620.18

МЫЛЬНИКОВА М.В., МЫЛЬНИКОВ В.В.

### О ВОЛНОВОМ ХАРАКТЕРЕ ПРОДВИЖЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНОЙ ТРЕЩИНЫ ПРИ УСТАЛОСТНЫХ ИСПЫТАНИЯХ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Исследованиям были подвергнуты образцы из дисперсно-упрочненных композиционных материалов на основе алюминия, полученные по технологии работы [1]. Образцы испытывали на усталость по «мягкой» схеме нагружения консольного изгиба вращающихся цилиндрических образцов. Структурные исследования проводили по методике [2].



**Рис. 1. Изображения:** а – схемы испытаний; б – дисторсия поверхности материала с волновых характером распространения циклической деформации

Проведенные исследования показали, что стадия зарождения магистральной усталостной трещины характеризуется наличием большого количества локальных пластически деформированных объемов, являющихся источниками возникновения микроскопических трещин. Изменение направления роста усталостной трещины связано с выбором наиболее оптимальных кристаллических систем скольжения, которые изменяют свои направления в процессе циклической деформации и фазового перестроения. В областях пластических деформаций этот процесс наиболее легко реализуемый.

Вывод: При циклическом нагружении в поверхностных слоях исследованного экспериментального композита наглядно проявляется волновой характер распространения как пластических сдвигов (рис. 1,б), так и связанных с ними усталостной трещины, при этом раз-

виваются механизмы деформации поворотного типа (фрагментация материала, формирование локальных зон изгиба-кручения, гофрирование поверхности и др.).

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-13-20009, <https://rscf.ru/project/22-13-20009/>

### *Библиографический список*

1. **Мыльников, В. В.** Получение металлокерамического композита на основе оксида алюминия методом внутреннего окисления / В. В. Мыльников, А. И. Пронин, М. В. Мыльникова [и др.] // Стекло и керамика. – 2022. – Т. 95, № 11(1139). – С. 43-51. – DOI 10.14489/glc.2022.11.pp.043-051. – EDN UHSRZX.
2. **Мыльников, В. В.** Методика изучения поверхности разрушения материалов с использованием современной микроскопии и применением цифровой обработки изображения / В. В. Мыльников, Э. А. Дмитриев // Материаловедение. – 2023. – № 3. – С. 12-21. – DOI 10.31044/1684-579X-2023-0-3-12-21. – EDN НТКЗЗК.

УДК 621.74

НИКИШОВ И.В., МАЛЬЦЕВ И.М.

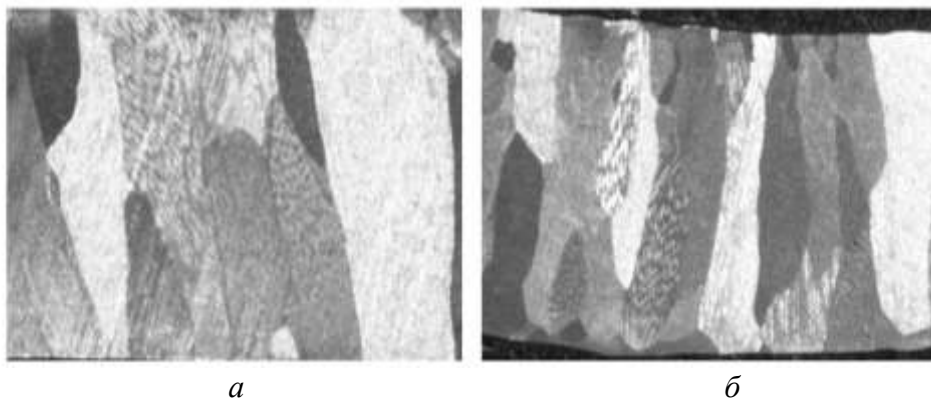
## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ТОНКОСТЕННОЙ МЕДНОЙ ОБОЛОЧКИ, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ НАМОРАЖИВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

В условиях непрекращающегося технического прогресса постоянно происходит совершенствование и усложнение машин и оборудования, что, в свою очередь, вызывает рост требований к материалам изготовления.

Не стала исключением и сфера подрывных зарядов в горнодобывающей промышленности. В данной сфере постоянно растут требования мощности, а также пробивной способности, однако сейчас разработки по увеличению мощности постепенно заходят в тупик из-за ограниченности ресурсов. Следовательно, необходимо искать другие способы увеличения пробивной способности.

Одним из таких способов является изменение формы и структуры облицовки, которая позволяет повысить характеристики подрывных зарядов.



**а – образец 2-1;**

**б – образец 2-2**

**Рис. 1 Структура образцов 2-1 и 2-2 после литья намораживанием с последующим охлаждением в воде**

С целью исследования оболочек проводилось металлографическое исследование микрошлифов на оптических микроскопах Nikon SMZ 1500 и Axiovert 25 с различным увеличением, а также измерение твердости и прочностных характеристик.

В результате работы были получены 5 оболочек (2 оболочки с номерами 1 и 2 охлаждались в воде, оболочка №3 охлаждалась с печью, оболочка №4 охлаждалась на воздухе, оболочка под номером 5 получена в результате намораживания на предварительно охлажденный в жидком азоте кристаллизатор с последующим охлаждением в воде). Исследованию подвергались 8 образцов, вырезанных из характерных мест оболочек вдоль и поперек оси вращения для подтверждения анизотропии свойств. Лучшая структура с точки зрения анизотропии свойств была получена в образцах 2-1 и 2-2, которые показаны на рис. 1.

Как видно из рисунка 1 в результате литья намораживанием образуется структура, зерна которой ориентированы поперек толщины стенки оболочки. Наиболее лучшая структура была получена в образцах 2-1 и 2-2, которые изготовлены по средствам литья намораживанием с последующим охлаждением в воде. Охлаждение в воде позволило создать достаточный уровень перепада температуры для необходимого быстрого охлаждения с образованием структуры ориентированной в радиальном направлении.

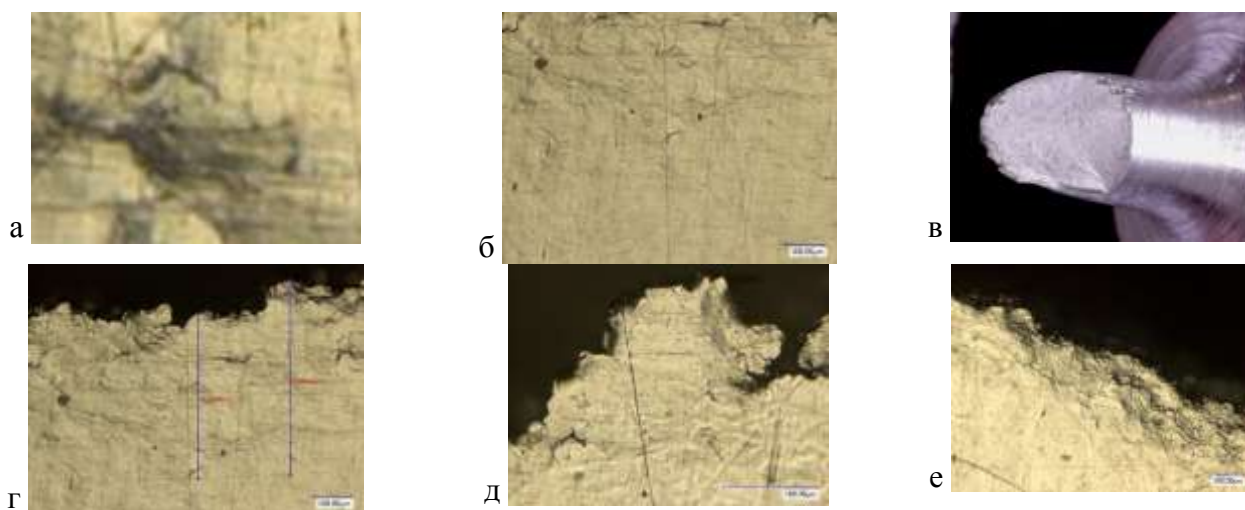
УДК 620.18

ОСИПОВ А.О., МЫЛЬНИКОВ В.В.

### СТАДИЙНОСТЬ ПРОЦЕССА ДЕФОРМАЦИИ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Анализ стадийности процесса деформации при испытаниях на растяжение выявил характер подобия поведения кривых « $\sigma$ - $\epsilon$ » при различных скоростях деформации образцов ДУКМ с разным процентным содержанием  $Al_2O_3$ . Начальная стадия деформации в упругой зоне с линейной зависимостью повышения напряжений связана с микромасштабным уровнем пластической деформации в виде структурной трансформации атомно-кристаллической решетки матрицы получаемых композитов, при этом керамическая фаза не имеет признаков пластической деформации. Стадия микротекучести протекает в приповерхностных слоях деформируемого материала за счет меньшей стесненности атомных поверхностных слоев и составляет порядка размера зерна. На структуре обнаруживаются полосы сдвига, тормозящиеся у твердых подповерхностных частиц (рис. 1, а).



**Рис. 1.** Микроструктуры зоны приграничной деформации у поверхности разрушения

Стадия текучести у исследованных ДУКМ не наблюдается в виду отсутствия фронта Людерса-Чернова. Возникает стадия деформационного упрочнения с генерацией макрополос локализованной деформации по всему поперечнику зерна. Сопровождается этот процесс существенным изменением морфологии поверхности образца в виде сильной кривизны как отдельных зерен, так и их частей (рис. 1, б). Дальнейшее деформирование приводит к образованию небольшой шейки у образцов из сплавов (рис. 1, в), содержащих малое количество  $Al_2O_3$ , у сплавов с повышенным содержанием (более 20%)  $Al_2O_3$  шейки не наблюдалось. Во всех сплавах обнаружен прерывистый характер распространения трещины. Обнаружена приграничная деформация у поверхности разрушения в зернах (рис. 1, г), при этом у сплавов с большим содержанием  $Al_2O_3$  ширина сильно локализованной зоны приграничной деформации снижается (рис. 1, д) по сравнению со сплавами, имеющими в своем составе малое количество  $Al_2O_3$  (рис. 1, е).

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-13-20009, <https://rscf.ru/project/22-13-20009/>

---

**Мыльников, В. В.** Методика изучения поверхности разрушения материалов с использованием современной микроскопии и применением цифровой обработки изображения / В. В. Мыльников, Э. А. Дмитриев // *Материаловедение*. – 2023. – № 3. – С. 12-21. – DOI 10.31044/1684-579X-2023-0-3-12-21. – EDN НТКZZK.

УДК 621.762

ПЕРВУШКИНА Д.А., КОЛОСОВА Т.М

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современной порошковой металлургии актуальной темой остается исследование структуры и свойств материалов, что позволит получить высококачественный алмазный инструмент. При этом применение методов математического моделирования позволяет снизить трудоемкость исследования и вычислить выгодный алгоритм исследования.

В алмазно-металлические композиции частицы алмазного порошка равномерно распределены и прочно закреплены в сплошной или пористой металлической связке, которая в значительной форме определяет износостойкость алмазного инструмента. Она должна обладать определенной твердостью, иметь хорошую прочность и быть достаточно вязкой [1].

В процессе получения алмазосодержащих материалов при решении задач по оптимизации наиболее удобно пользоваться математической моделью, в которой исследователь ищет связь между параметром оптимизации (выходной параметр) и многими входными независимыми факторами, не зная механизма явлений. Предполагается, что этот механизм в принципе может быть описан дифференциальными уравнениями [2].

Для исследования были взяты образцы порошковой бронзы-связки алмазосодержащего материала, изготовленные из порошков хрома ПХ1, никеля ПНК-УТЗ, меди ПМС-1 и олова ПО1. Изготовление образцов проводилось по экспериментальной технологии: прессование, спекание, горячая допрессовка.

В ходе проведенных исследований были получены микроструктуры и значения пределов прочности образцов. По результатам металлографического исследования были выявлены три основных составляющих микроструктуры: твердый раствор олова в меди, легированный никелем и хромом; твердый раствора меди и легирующих элементов в олове; избыточная фаза – нерастворившегося хрома.



На основе экспериментальных данных был произведен расчет с помощью методов математического моделирования и построена регрессионная модель зависимости между параметром оптимизации и входными независимыми факторами, при уровне значимости 0,05:

$$Y=629,2+12,4X_1+16,4X_2+31,8X_3+13,4X_1X_3+16,9X_1X_2X_3 \quad (1)$$

Анализ модели показал, что для достижения максимального значения предела текучести факторы следует выбирать на верхнем уровне, что можно наблюдать на следующих графиках (рис. 1). Данная модель позволяет оптимизировать состав порошковой связки.

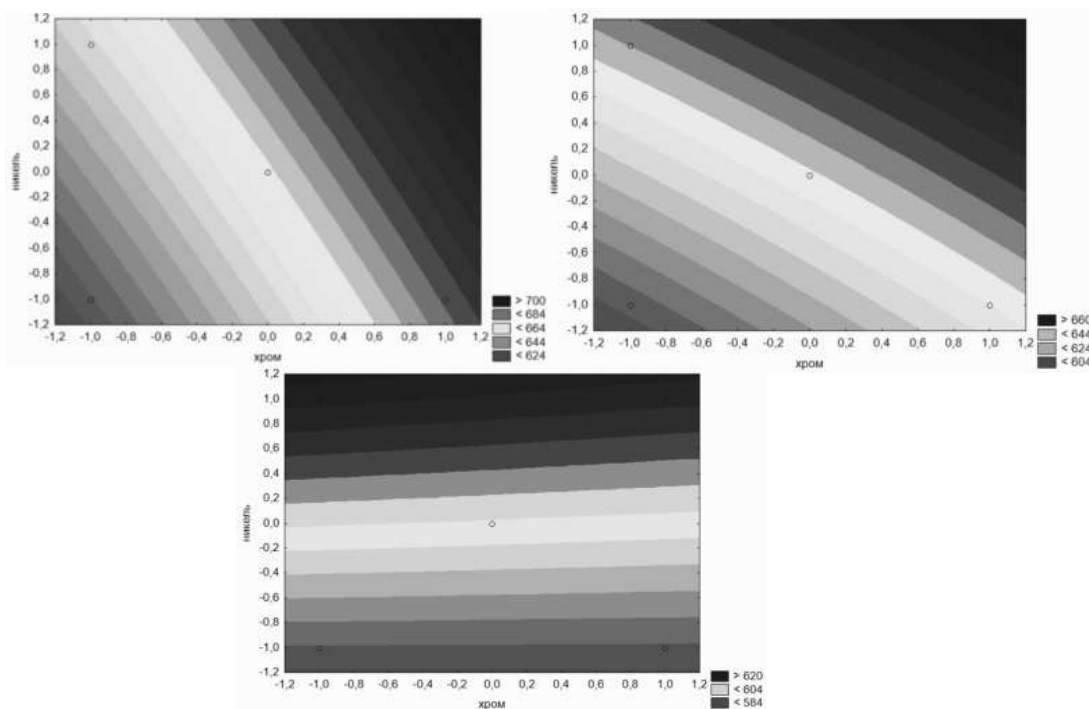


Рис. 1. Графики поверхности математической модели, показывающие влияние факторов на предел текучести при кодовом значении  $S_p = 1; 0; -1$  соответственно

### *Библиографический список*

1. Колосова Т.М. Алмазосодержащие материалы для отрезного инструмента на основе железного порошка /Колосова Т.М., Сорокин В.К., Костромин С.В., Беляев Е.С.-НГТУ, 2013.
2. Колосова Т.М. Материаловедение. Прогнозирование свойств материалов/Колосова Т.М.-НГТУ им Р.Е. Алексеева. Нижний Новгород, 2019.

УДК 669

РАЖЕВА К.В.

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ ВАЛКОВЫХ СТАЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Прокатка занимает в металлургическом производстве особое место, определяя качество труб, их служебные свойства, объем и качество выпускаемой продукции. Валки являются основным рабочим инструментом в прокатном производстве. Основное их назначение – пластическая деформация заготовки для придания ей необходимых размеров и форм, качества поверхности. Представляя собой тела вращения, валки обеспечивают непрерывность процесса деформации, а в некоторых случаях и единственную возможность получения изделия. По-

этому появляется необходимость улучшения трубопрокатного производства за счёт научно обоснованного выбора материалов, совершенствования технологии изготовления и разработки новых методов упрочнения валков.

Этот вопрос является актуальным, поскольку потеря работоспособности валков сказывается на качестве изготавливаемых изделий и эффективности производственного процесса, т.к. замена вышедшего из строя инструмента приводит к длительному простоя трубопрокатного стана, что приводит к экономическим потерям предприятия.

Наиболее перспективным методом повышения стойкости трубопрокатных валков в настоящее время является высокоэнергетические способы модифицирования поверхностного слоя изделия за счет изменения его состава и структуры [1].

В данной работе были проведены исследования влияния лазерной наплавки на процессы формирования структуры и свойств рабочих поверхностей трубопрокатных валков из сталей X12Ф1 и X12МФ с целью повышения их стойкости и износостойкости. В процессе наплавки были использованы металлические порошки марок ПР-17Х5ВМФ5С2 (фракция 0,1-0,3 мкм), 7Х5М4ФГБР (фракция 80-315 мкм).

Наплавка осуществлялась при следующих параметрах непрерывного лазерного излучения: диаметр лазерного луча  $d=2$  мм; мощность лазерного излучения  $P = 900, 1300, 1600$  Вт; скорость перемещения сфокусированного лазерного луча  $v = 2$  мм/с.

После лазерной наплавки производилось изготовление поперечных шлифов, на которых производился анализ микроструктуры и определение величины микротвердости сформированных слоев.

В результате полученных экспериментальных данных была разработана оптимальная технология поверхностного упрочнения валков трубопрокатного стана путем наплавки порошковых материалов с применением непрерывного лазерного излучения, а также сформулированы новые закономерности формирования структуры и свойств исследованных сталей X12Ф1 и X12МФ.

Внедрение эффективной технологии лазерной наплавки валковых сталей, использующихся для изготовления рабочих органов трубопрокатных станков, позволит повысить производительность труда, качество выпускаемой продукции и экономическую составляющую производства путем уменьшения времени простоя оборудования в процессе его переналадки.

---

**И.А. Романчук, В.С. Голубев, И.И. Вегера** Особенности формирования упрочняющих покрытий при лазерной порошковой наплавке / Современные методы и технологии создания и обработки материалов, Минск, ФТИ НАН Беларуси, 2020 – С. 48 – 57.

УДК 681.586.4

РОЖКОВА Т.В.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЧЕТАНИЯ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ ТЕХНОЛОГИИ И НАНОИМПРИНТ ЛИТОГРАФИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ДАТЧИКОВ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева

Разработка высокочувствительных датчиков для определения органических веществ и биомолекул является актуальной задачей. Для ее решения необходимо решить проблему создания материалов с высоким уровнем чувствительности и селективности. Одним из методов создания подобных материалов является использование сочетания золь-гель технологии и наноимпринт литографии.

Золь-гель технология обладает рядом преимуществ, таких как высокая химическая и термическая стабильность покрытий, возможность получения материалов с различными оптическими свойствами. Наноимпринт литография - метод создания наноструктур на поверхности материала, основанный на использовании штампов нанометровых размеров, обладает высокой точностью и масштабируемостью, что позволяет создавать датчики с высокой чувствительностью и специфичностью. Сочетание золь-гель технологии с наноимпринт литографией заключается в нанесении на поверхность наноструктур функционального золь-гель слоя, образующего специфичную связь с целевыми молекулами. Метод позволяет варьировать оптические свойства поверхности такие как прозрачность, преломление, дисперсия и др. и создавать оптические элементы с различными формами и размерами (в том числе сложной геометрии). Для создания датчика для определения летучих органических соединений, например изопропанола, наиболее целесообразно использовать кремниевую подложку, на которую методом наноимпринт литографии наносили наноструктурированную пленку диоксида титана, а затем методом погружения пленку модифицированного диоксида кремния [1].

Новым поколением золь-гель фотонного датчика для обнаружения паров этанола является датчик на основе водоотталкивающих тонких пленок мезопористого кремнезема с функциональными метильными группами. Пленки, изготовленные методом наноимпринт литографии, являются эффективным преобразователем для трансформации изменений показателя преломления пористых материалов с адсорбированным в них определяемым веществом в легко измеряемые оптические сигналы.

Масс-спектрометрия с лазерной десорбцией/ионизацией (ЛДИ-МС) с использованием поверхностей, полученных золь-гель технологией, вместо матрицы является одним из методов детектирования органических веществ с белковой структурой. В этом случае используют наноструктурированные твердые материалы, поглощающие ультрафиолетовое излучение. Улучшение характеристик десорбции/ионизации, включая расширение диапазона обнаруживаемых соединений, требует оптимизации оптических и термических свойств материалов подложки и соответствующего проектирования поверхностных структур. Применение наноструктурированных кремнийорганических золь-гель пленок, полученных методом наноимпринт литографии, в качестве новой нанопористой подложки для ЛДИ-МС на молекулярном уровне позволяет легко обнаруживать широкий спектр биомолекул [1].

Все отмеченные направления применения пленок, получаемых сочетанием золь-гель технологии и наноимпринт литографии, являются крайне перспективными и будут активно развиваться в ближайшее время.

---

**Modaresialam M.** Enhanced Refractive Index Sensitivity through Combining a Sol-Gel Adsorbate with a TiO<sub>2</sub> Nanoimprinted Metasurface for Gas Sensing / G. Bordelet, Z. Chehadi [et al.] // ACS Applied Materials and Interfaces. 2021. - № 13. - P. 53021–53029.

УДК 620.18

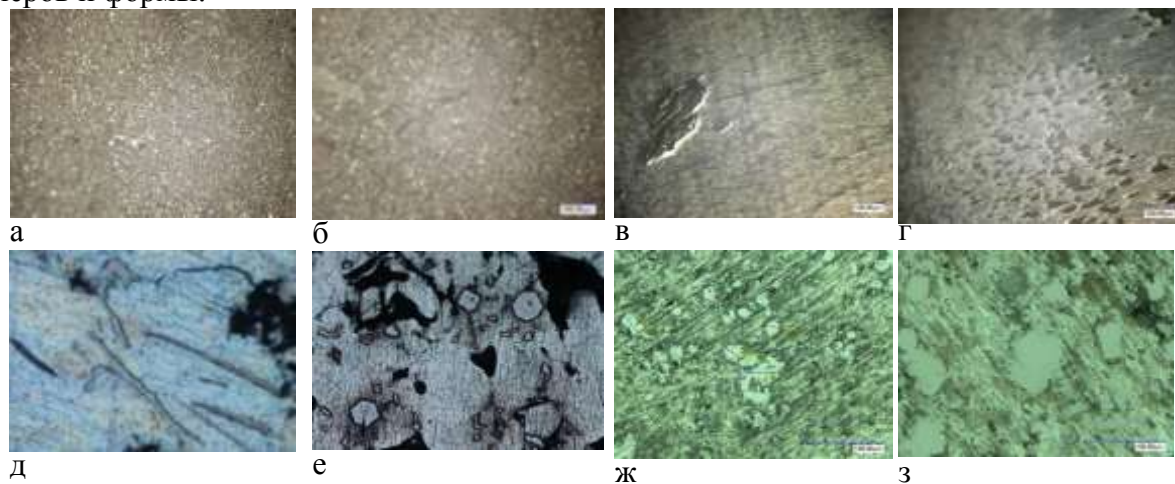
РОМАНОВА Е.Д., МЫЛЬНИКОВ В.В., РОМАНОВ А.Д.

### **О ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ РАЗЛИЧНОГО СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ДИСПЕРСНО-УПРОЧНЕННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ**

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

В работе [1] показано, что основополагающими параметрами получения керамики Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в расплаве Al при получении АКМ [2] будут являться радиус (r) и масса (m) пузырька, что неразрывно связано функциональной связью с давлением (P) внутри пузырька и объемом (V)

в условиях действующей температуры (Т). Изменения скорости подачи и количества газа в расплав приводит к значительным изменениям температуры в зоне окисления, что, в свою очередь, приводит к различного рода полиморфным переходам, сопровождающимся изменениями атомного расположения в структуре и, в конечном итоге, выявляется в виде различного рода геометрической конфигурации твердой фазы. На рис. 1 представлены микроструктуры получаемого материала при различных вариациях технологического процесса с целью подтверждения возможностей изменения конфигураций структуры в широком диапазоне размеров и формы.



**Рис. 1. Микроструктуры АКМ с различной формой и размерами  $Al_2O_3$ :** а – дисперсная шаровидная форма средний размер 5  $\mu m$ ; б – дисперсная шаровидная форма средний размер 20  $\mu m$ ; в – трапецеидальная форма миллиметрового масштаба; г – эллиптическая форма средний размер 95  $\mu m$ ; д – пластинчатая форма средний размер 50  $\mu m$ ; е – преимущественно шестигранной формы 80  $\mu m$  и незначительное количество — четырехгранной 60  $\mu m$ ; ж – средний размер частиц хлопьевидной формы 70  $\mu m$ ; з – средний размер частиц хлопьевидной формы 40  $\mu m$

### *Библиографический список*

1. **Мыльников, В.В.** Исследование теплофизических процессов получения различных алюмоматричных композитов / В.В. Мыльников, А.И. Пронин, М.В. Мыльникова, Е.А. Романова, Д.И. Шетулов // Журнал технической физики. – 2023. – Т. 93. – № 1. С. 29-36.
2. **Чернышов, Е.А.** Разработка технологии получения алюмоматричного литого композиционного материала с помощью синтеза упрочняющей фазы оксида алюминия в расплаве алюминия / Е.А. Чернышов, А.Д. Романов, Е.А. Романова, В.В. Мыльников // Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. – 2017. – № 4. – С. 29-36. – DOI 10.17073/1997-308X-2017-4-29-36.

УДК 621.762

РУБЦОВ А.М., КОЛОСОВА Т.М., БЕЛЯЕВ Е.С.

## **ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ СОВМЕСТНОГО ПОМОЛА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ НА ТВЕРДОСТЬ КОМПАКТОВ**

Нижегородский технический университет им. Р.Е. Алексева

Одним из перспективных направлений порошковой металлургии является получение инструмента, предназначенного для разрезания пластин из твердых неметаллических материалов на элементы. С 80-х годов XX века для такого разрезания применяются алмазосодержащие круги на бронзовых связках, эффективные при несквозном прорезании [1].

Композиционные алмазосодержащие материалы (КАМ) на основе металлических матриц используются в инструменте для обработки природного и искусственного камня. Особое место среди указанных материалов занимают КАМ, матрицы которых содержат железо, медь, никель и олово (система алмаз-(Fe-Cu-Ni-Sn)) и кобальт, медь и олово (система алмаз-(Co-CuSn)) [2].

В данной работе использовались порошки меди, никеля, хрома и олова. Было изготовлено 10 образцов с различным содержанием компонентов. Изготовление бронзовой связки производилось по технологии: смешивание - прессование - спекание – горячая допрессовка. Смешивание производилось в баночном смесителе в течение 120 минут и в шаровой вертикальной мельнице в течение 120, 240, 360 минут. Горячая допрессовка была введена в технологический процесс для получения беспористых образцов.

Целью исследования являлось взаимосвязь времени помола и твердости бронзовых компактов. Микроструктура связки состоит из трех основных составляющих: твердого раствора олова в меди, легированного хромом и никелем; твердого раствора меди и других легирующих элементов в олове; и нерастворившегося хрома. Значения твердости и время помола представлены в табл. 1.

**Таблица 1**

**Значения твердости образцов после различного времени помола**

№ образца	Значение твердости после перемешивания в баночном смесителе (2ч.), HRA	Значение твердости после перемешивания в шаровой мельнице (2ч.), HRA	Значение твердости после перемешивания в шаровой мельнице (4ч.), HRA	Значение твердости после перемешивания в шаровой мельнице (6ч.), HRA
1	69	69,1	69,75	69,8
2	47	50,9	50,9	51,7
3	48,3	51,9	54,3	56,7
4	58,1	60,9	61,3	61,4
5	58,64	60,4	61,2	61,7
6	48,69	52,08	54,9	56,8
7	56,2	59,4	60,3	61,4
8	57,92	60,92	61,8	62,7
9	55,6	57,75	59,6	60,7
10	55,4	57,6	59,2	60,4

Из данных таблицы видно, что при увеличении времени помола твердость возрастает. Таким образом, можно утверждать о прямо пропорциональной зависимости твердости от времени механического легирования.

Полученные данные можно применять в производстве алмазосодержащего инструмента с целью повышения его механических характеристик.

#### *Библиографический список*

1. Колосова Т.М., Сорокин В.К., Костромин С.В., Беляев Е.С. Алмазосодержащие материалы для отрезного инструмента на основе железного порошка // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2.;
2. О.Э.Багиров Композиционные алмазосодержащие материалы в породоразрушающем инструменте – 2016.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОШКОВОЙ БРОНЗЫ СИСТЕМЫ Cu-Sn-Ni-Cr МЕТОДОМ ПОСТРОЕНИЯ ТРОЙНЫХ ДИАГРАММ «СОСТАВ-СВОЙСТВО»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящий момент технологические процессы обработки материалов, основанные на резании, имеют большое распространение. В зависимости от характера обрабатываемых материалов требуется применение подходящих инструментов. При обработке хрупких и твердых материалов часто используются металлоалмазные композиции, например на операциях обработки торцов. Такие операции широко распространены в стекольной промышленности при обработке кромки стекла.

Настоящая работа направлена на совершенствование алмазметаллических композиций для обработки кромки силикатного листового стекла и сапфировых деталей.

Преимущества алмазов как материалов для резания: высокая твердость в сочетании с высокой теплопроводностью, такие свойства являются наиболее подходящими для обработки хрупких материалов [1, 2].

Алмазметаллическая композиция состоит из сплава в котором закреплены алмазные зерна, следовательно, на свойства таких инструментов сильно влияют свойства металла и свойства алмазов. Свойства алмазов от марки к марке отличаются, но в целом остаются близкими, а вот свойствами металлической связки можно управлять в широких пределах. В данной работе оптимизируются свойства бронзы как связки для алмазосодержащего инструмента.

Для изготовления образцов применялись методы порошковой металлургии. Эксперимент разрабатывался с применением методов математического планирования, использованы трехкомпонентные диаграммы типа «состав-свойства». Технология изготовления включала следующие основные этапы: приготовление шихты-прессование-спекание-горячая допрессовка. Для изготовления образцов использовались следующие порошки: меди ПМС-1 ГОСТ 4960-2009, хрома ПХ-1 ТУ 14-1-1474-75; порошок олова ПО-1 ГОСТ 9723-73 и никеля ПНК УТ-3 ГОСТ 9722-97.

Перед изготовлением шихты все порошки просеивались через сито с размером ячеек 50 мкм. Шихта приготавливалась по двум различным технологиям: методом механического смешивания в лабораторном баночном смесителе и методом совместного помола компонентов шихты в высокоэнергетической шаровой планетарной мельнице. Механическое смешивание порошков выполнялось в лабораторном баночном смесителе в течение 120 мин. (для улучшения смешивания в баночном смесителе в шихту добавляли металлические «шнеки»), а в планетарной шаровой мельнице шихта обрабатывалась в течение 120, 240, 360 мин.

Прессование выполнялось в закрытой пресс-форме диаметром 15 мм с усилием 560 МПа. Спекание прессовок выполняли в вакуумной печи СНВЛ-1,3.1/16-М2 с остаточным давлением  $5 \cdot 10^{-5}$  мм.рт.ст. Горячую допрессовку выполняли в пресс-форме, изготовленной из жаропрочного сплава Inconel 650 при температуре 720°C. Нагрев до температуры допрессовки выполняли в окислительной атмосфере с помощью печи СНОЛ – 1,6.2,5.1/11-М1.

В результате выполненного экспериментального технологического процесса получены плотные заготовки бронз, которые испытывались с помощью универсальной испытательной машины на сжатие, а также исследовалась их микроструктура.

По результатам исследования были сделаны следующие выводы:

1) время помола шихты в шаровой мельнице влияет на свойства, а в частности наблюдается тенденция роста прочности при небольшом снижении пластических свойств;

2) на основе полученных тройных диаграмм решается задача выбора конкретной рецептуры связки для заданных условий работы алмазосодержащего инструмента.

### **Библиографический список**

1. **Бакуль В.Н.** Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента / В.Н. Бакуль, Ю.И. Никитин, Е.Б. Верник, В.Ф. Селех. - М.: Машиностроение, 1975. - 296 с.
2. **Колосова Т.М.** Алмазосодержащие материалы для отрезного инструмента на основе железного порошка / Колосова Т.М., Сорокин В.К., Костромин С.В., Беляев Е.С.-НГТУ, 2013. - 16 с.

УДК 620.18

РЯБОВ Н.А., МЫЛЬНИКОВ В.В., РОМАНОВ А.Д.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОВЕРХНОСТИ РАЗРУШЕНИЯ ДИСПЕРСНО-УПРОЧНЕННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ВНУТРЕННЕГО ОКИСЛЕНИЯ**

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

В представленной работе исследовано сопротивление разрушению при растяжении материалов, изготовленных по технологии получения дисперсно-упрочненных композиционных материалов на основе алюминия, которая основана на процессе выгорания расплава алюминия при взаимодействии с кислородом или кислород – азотной смесью [1].

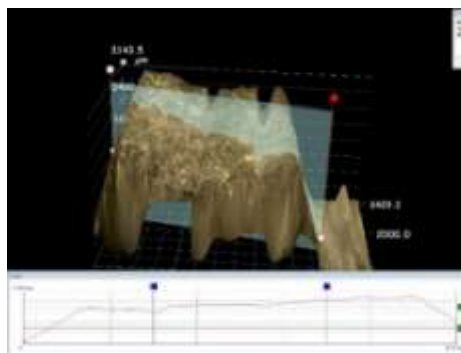
Исследования поверхности разрушения проводили с использованием оптического микроскопа с расширенными возможностями оптической системы и цифровой обработки изображения.



а)



б)



в)

**Рис. 1. Фрактограммы излома:** а – оптическая макроструктура x40; б – макроструктура в режиме Optimal Image; в – 3D-структура с профилограммой по выделенному сечению

На рис. 1а приведен макроскопический вид поверхности излома плоского образца ДУКМ с наименьшим количеством включений твердой фазы, состоящий из волокнистой зоны с областями случайно расположенных волокон без какой-либо преимущественной ориентировки. Очаг разрушения и зона зарождения трещины неопределённые (рис. 1,б), что связано со стабильностью процесса высокоэнергетического распространения трещины при разрушении. Излом характеризуется морфологически единой поверхностью разрушения, т.е.

однородный по макрогеометрии без геометрических зон существенно различающихся по рельефу с наличием однотипных элементов разрушения, что показано на рисунке 1, в виде характеристики степени неровности поверхности разрушения в направлении, перпендикулярном плоскости приложения нагрузки. Небольшое количество дисперсных включений в матрице исследуемого материала, расположенных на значительных расстояниях, приводит к образованию в некоторых направлениях невысоких гребней, что можно объяснить фактом обхода или огибания их фронтом продвижения трещины, которому такое продвижение выполнить проще, чем по телу высокотвердых фаз.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-13-20009, <https://rscf.ru/project/22-13-20009/>

---

**Чернышов, Е.А.** Разработка технологии получения алюмоматричного литого композиционного материала с помощью синтеза упрочняющей фазы оксида алюминия в расплаве алюминия / Е.А. Чернышов, А.Д. Романов, Е.А. Романова, В.В. Мыльников // Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. – 2017. – № 4. – С. 29-36. – DOI 10.17073/1997-308X-2017-4-29-36.

УДК 669

САЗОНОВ К.Ю.

## К ВОПРОСУ О ТОЛЩИНЕ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В машиностроении широко распространены режущие пластины, форма, размеры, а также материал которых выбираются в зависимости от режимов резания и свойств обрабатываемого материала. Они могут быть изготовлены из керамики, твёрдого сплава или сверхтвёрдых теплостойких композитов. [1] В данной работе изучали пластины типа D, V и S.

Переднюю поверхность пластины типа V можно изобразить как ромб с углом 35 °С. Вершины при этих углах выступают в роли режущих кромок, в области которых напаяны вкладыши из сверхтвёрдого композита на основе кубического нитрида бора. Тип D – ромб с углом при вершине в 55° и имеет только одну режущую кромку. Рассматриваемые пластины типа S имеют квадратную переднюю поверхность с четырьмя режущими кромками и соответственно имеет 4 композитных напайных пластины.

Измерение толщины покрытия TiAlN проводили на установке Calotet cat2 шаровым индентором диаметром 30 мм. В случае пластин V и S в первую очередь оценивалась равномерность толщины покрытия по передней поверхности. На пластинах D – влияние материала подложки на покрытие. Для всех пластин наблюдалось уменьшение толщины покрытия от режущей кромки к центру. Для пластин V и D этот перепад составляет 0,2-0,15 мкм на 6 мм только на твёрдом сплаве.

На одной из пластин типа S толщина покрытия на трёх из четырёх напайках равнялась 1,4 мкм, на четвёртой – только 1,1 мкм, при этом толщина покрытия на твёрдом сплаве в области, граничащей с вкладышем, была меньше на 0,5 мкм. На пластинах типа D имелся схожий перепад толщин при обоих вершинах, при этом разница между «зеркальными» точками составила 0,2 мкм.

Обычно покрытие TiAlN имеет серый цвет с оттенками зелёного или синего, но иногда некоторые пластины при осаждении на них покрытия окрашиваются в цвета побежалости. [1] Покрытия со слабо выраженными цветами характеризуются схожим распределением



толщины. Однако, пластины с более ярко выраженной окраской в целом имеют на 0,3-0,5 мкм более тонкое покрытие, при этом перепад на границе напайки отсутствует, а перепад на самом твёрдом сплаве составляет 0,1 мкм на 6 мм.

Покрытие, напылённое на заднюю поверхность в целом имело равномерную толщину на 0,2 мкм меньшую чем на КНБ. Стоит отметить, что на пластинах типа D, имеющих две напайные пластины (две режущие кромки при одной вершине ромба), толщина покрытия составила 1,2 и 1 мкм на передней (на композитном вкладыше) и задней поверхностях соответственно. При этом покрытие на КНБ со стороны задней поверхности имело толщину 1,3 мкм.

Можно сделать вывод, что при напылении за счёт смещения анодного потенциала в области режущих кромок наводится магнитное поле более высокой интенсивности, что может служить для фокусировки потока покрытия. А также можно предположить о более высоком средстве TiAlN к композиту, чем к твёрдому сплаву. Разница толщин покрытия на передней и задней поверхности может быть следствием как конфигурации магнитных полей, так и разной шероховатости поверхностей.

---

**Рудаков, В. И.** Курс лекций по специальным дисциплинам: учебное пособие / В. И. Рудаков; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2013. – 404 с.

УДК 621.762

СУРЯЕВ А.В., КОЛОСОВА Т.М.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДАВЛЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ ДОПРЕССОВКИ НА ТВЕРДОСТЬ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩЕГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОТРЕЗНЫХ КРУГОВ**

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Материалы, полученные методами порошковой металлургии, являются разновидностей технических материалов. Их широкий спектр применений обусловлен возможностью создавать разнообразную по свойствам композицию. Благодаря порошковой металлургии можно получать, в частности, алмазосодержащие отрезные инструменты. Алмазный отрезной инструмент – абразивный инструмент для резки различных поверхностей. Благодаря преимуществам порошковой металлургии есть возможность наиболее эффективно использовать характеристики алмаза.

Целью исследования было оценить влияние давления при горячей допрессовке образцов на механические свойства алмазосодержащей связки. В состав связки входят Cu, Cr, Sn и Ni. Микроструктура связки состоит из трех основных составляющих: твердого раствора олова в меди, легированного хромом и никелем; твердого раствора меди и других легирующих элементов в олове; и не растворившегося хрома. Значения давления допрессовки и получившейся твердости HRA представлены в таблице 1.

Из данных таблицы видно, что наибольшее значение твердости достигается при максимальном давлении допрессовки. Таким образом, можно утверждать о прямо пропорциональной зависимости твердости от давления при горячей допрессовке. Полученные данные можно применять в производстве алмазосодержащего абразивного инструмента с целью повышения его механических характеристик.

*Таблица 1*

**Значения твердости образцов после различного давления горячей допрессовки**

№ образца	Значение твердости после давления 20 МПа, HRA	Значение твердости после давления 40 МПа, HRA	Значение твердости после давления 70 МПа, HRA	Значение твердости после давления 120 МПа, HRA	Значение твердости после давления 160 МПа, HRA
1	51	57	60	60	65
2	55	55	57	58	63
3	57	58	58	59	60
4	52	56	56	57	61
5	49	52	52	54	59
6	49	49	50	52	57
7	49	51	52	54	58
8	46	52	52	53	56
9	52	55	55	56	59
10	55	55	56	57	61
11	53	55	56	57	60
12	53	54	54	56	59

УДК 669.295

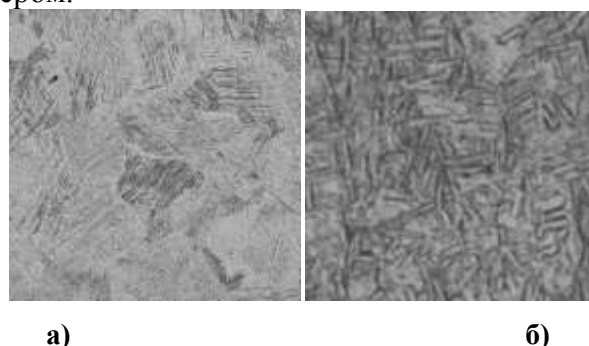
ТРУБНИКОВА А.Д., ХЛЫБОВ А. А.

**ВЛИЯНИЕ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА МИКРОСТРУКТУРУ ТИТАНОВОГО СПЛАВА VT6**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Аддитивные технологии являются отличной альтернативой объемной штамповке. Данная технология сокращает технологический процесс изготовления изделий и обладает высоким коэффициентом использования материала.

Для исследования был выбран метод селективного лазерного спекания (СЛС), в настоящее время являющийся самым распространенным. Формирование детали происходит на платформе построения, по которой распределяется металлопорошковая композиция. Затем происходит спекание лазером.



**Рис. 1. Микроструктура титанового сплава VT-6 при увеличении 500:** а) полученная методом СЛС; б) полученная объемной штамповкой

Микроструктура титанового сплава после аддитивной технологии представлена на рис. 1, а при увеличении x500, микроструктура титанового сплава после объемной штамповки представлена на рис. 1, б.

При изготовлении изделия методом аддитивных технологий микроструктура представляет собой разупорядоченное расположение пластин  $\alpha$ -фазы, микроструктура после объемной штамповки образует разориентированное распределение мартенситной фазы. Учитывая микроструктуру, предполагаем, что механические свойства будут выше у образца, изготовленного аддитивной технологией.

### *Библиографический список*

1. Пескова, А. В, Сухов Д. И., Мазалов, П. Б. Исследование формирования структуры материала титанового сплава ВТ6, полученного методами аддитивных технологий // Авиационные материалы и технологии. 2020. № 1.С. 38-44
2. Галецкий, И.А., Мишигдоржийн, У.Л., Семёнов, А.П., Южаков И.А., Улаханов, Н.С., Бурков, А.Г., Семёнов, Е.Д., Тихонов, А.Г., Шустов, А.И. Методы формирования эксплуатационных свойств изделий из титановых сплавов, полученных с помощью аддитивных технологий // Пермские авиационные двигатели. 2020. С. 570-577.

УДК 620.18

ХЕХНЕВ М.А., МЫЛЬНИКОВ В.В.









### **СТАДИЙНОСТЬ ПРОЦЕССА ДЕФОРМАЦИИ ПРИ СЖАТИИ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ**

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Исследованиям были подвергнуты образцы из дисперсно-упрочненных композиционных материалов на основе алюминия полученных по технологии работы [1], которые испытывали на сжатие. Структурные исследования проводили по методике [2].

*Таблица 1*

**Структурные изменения сплавов при сжатии**

Сплав с 5% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Сплав с 25% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
			
а	б	г	д
			
е	ж	з	и

### *Библиографический список*

1. **Мыльников, В. В.** Получение металлокерамического композита на основе оксида алюминия методом внутреннего окисления / В. В. Мыльников, А. И. Пронин, М. В. Мыльникова [и др.] // *Стекло и керамика*. – 2022. – Т. 95, № 11(1139). – С. 43-51. – DOI 10.14489/glc.2022.11.pp.043-051. – EDN UHSRZX.
2. **Мыльников, В. В.** Методика изучения поверхности разрушения материалов с использованием современной микроскопии и применением цифровой обработки изображения / В. В. Мыльников, Э. А. Дмитриев // *Материаловедение*. – 2023. – № 3. – С. 12-21. – DOI 10.31044/1684-579X-2023-0-3-12-21. – EDN НТКZZК.

УДК 620.186

ЧЕРКАСОВА А. А., ХЛЫБОВ А. А.

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГОРЯЧЕГО ИЗОСТАТИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ ДЛЯ СТАЛИ SUPER DUPLEX 25CR

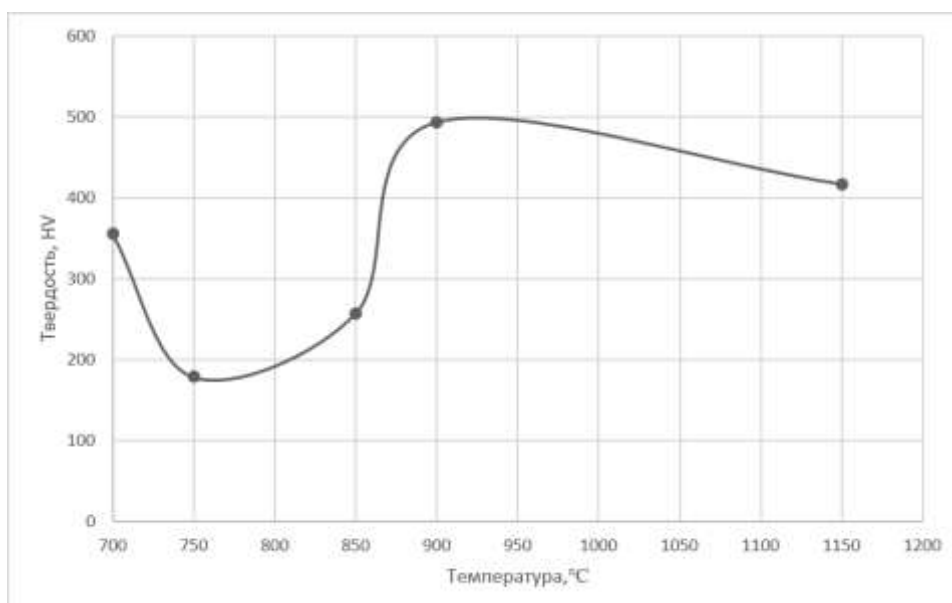
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Горячее изостатическое прессование (ГИП) – сложный технологический процесс обработки изделий высоким газовым давлением при повышенных температурах [1]. ГИП применяется для получения плотных, беспористых заготовок из металлических порошков. К преимуществам ГИП относится возможность получения заготовок с повышенными механическими свойствами.

Super Duplex 25Cr – это дуплексная нержавеющая сталь аустенитно-ферритного класса с содержанием 25% хрома, 4% молибдена и 7% никеля. Данная сталь в основном применяется в нефте- и газопроводах, резервуарах и резервуарах морских химических судов, в химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности.

Цель работы – исследовать микроструктуру и свойства заготовок из стали Super Duplex 25Cr, полученных при различных температурах методом ГИП.

На рисунке 1 представлен график, отражающий зависимость твердости от температуры ГИП заготовок из стали Super Duplex 25Cr.



**Рис. 1. Зависимость твердости от температуры ГИП стали Super Duplex 25Cr**

УДК 621.794.44

ЧЕРНИГИН М.А.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПОСОБА ТРАВЛЕНИЯ ХРОМОМАНГАНЦЕВОЙ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ 14X15Г9НД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Аустенитные стали применяют в химической, нефтяной, пищевой промышленности, медицинской технике, оборудовании для АЭС и др. Они характеризуются высокой стойкостью в различных кислотных и щелочных средах, что обусловлено сохранением аустенитной структуры в широком интервале температур (от режима термической обработки до комнатных) [1-4]. Металлография является одним из качественных и количественных методов исследования аустенитных сталей.

Исследования проводились на аустенитной хромоманганцевой стали 14X15Г9НД. Химический состав исследуемой стали и ближайшего аналога (по ГОСТ 4543-2016 «Металлопродукция из конструкционной легированной стали») приведен в табл. 1.

**Таблица 1**

**Химический состав стали 14X15Г9НД и аналогичной стали 12X15Г9НД**

Марка стали	Массовая доля элементов, %								
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	N
	Не более								
12X15Г9НД	0,12	1	8-10	0,045	0,08	13-16	0,5-1,5	1,3-2,5	0,25
14X15Г9НД	0,14	0,75	9,5	0,03	0,06	15,5	1,25	2,0	0,2

Для снятия наклепа, образующегося при изготовлении образцов и подготовки образцов к последующему исследованию, проводилась закалка при температуре 1080 °С, выдержка составляла 40 минут, охлаждение осуществлялось в воде. Температура заковки выбиралась для максимального растворения карбидов хрома. Схожий режим ТО применяется для аналогичной стали 12X15Г9НД и большинства аустенитных сталей. Время выдержки выбиралось исходя из размеров садки.

Проверялись химические и электрохимические способы травления аустенитной хромоманганцевой стали. В качестве реактивов при химическом травлении использовали: реактив Марбле (9 % CuSO<sub>4</sub>, 45,5 % HCl, 45,5 % H<sub>2</sub>O), спиртовой раствор 5 %-й азотной и 50 %-й соляной кислот при температуре 50 °С, водный раствор (на 100 мл H<sub>2</sub>O) красной кровяной соли (10 г) и едкого кали (10 г) [5-7].

Электрохимическое травление проводили в 10 %-х водных растворах хромового ангидрида (CrO<sub>3</sub>) (напряжение U = 5-6 В, плотность тока J = 1-1,5 А/см<sup>2</sup>) и щавелевой кислоты (напряжение U = 5-6 В, плотность тока J = 0,6-1 А/см<sup>2</sup>) при комнатной температуре без подогрева и перемешивания электролита. В качестве катода выступал электрод из аустенитной стали. Образцы погружали в электролит и выдерживали в течение 10-30 с в зависимости от степени деформации.

Исследование микроструктуры образцов после травления в представленных ранее образцах позволило определить, что метод травления в кипящем растворе кислот позволяет проводить металлографические исследования образцов аустенитной хромоманганцевой стали, однако он не может обеспечить гарантированную повторяемость травления и дает сильно

загрязненное изображение вследствие применения кипящего реактива и образования травильного шлама.

При травлении в реактиве Марбле качество микрофотографий можно признать удовлетворительным.

Травление в водном красной кровяной соли и едкого кали не дает положительных результатов.

Электрохимическое травление в растворе щавелевой кислоты не дало положительных результатов для данного материала.

При электрохимическом травлении в растворе хромового ангидрида микрошлифы отличаются лучшей чистотой и контрастностью изображения. Данный реактив также дает возможность получать наиболее детальное изображение полос скольжения и двойников в деформированном металле.

### *Библиографический список*

1. **Большаков, В. И., Сухомлин, Г. Д., Лаухин, Д. В.** Атлас структур металлов и сплавов. – Днепропетровск: ПГАСА, 2010. – 174 с.
2. **Андрушевич, А. А.** Атлас микроструктур черных и цветных металлов: учебное наглядное пособие. – Минск: БГАТУ, 2012. – 100 с.
3. **Гуляев, А. П.** Металловедение. – М.: Металлургия, 1986. – 544 с.
4. **Гончар, А. В., Ключников, А. А., Мишакин, В. В.** Влияние пластического деформирования и последующей термообработки на акустические и электромагнитные свойства стали 12X18H10T / Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2019. Т. 85. №2. С. 23-28. DOI: 10.26896/1028-6861-2019-85-2-23-28
5. **Коваленко, В. С.** Металлографические реактивы: справочник. – М.: Металлургия, 1981. – 120 с.
6. **Беккерт М., Клемм Х.** Способы металлографического травления: справочник. – М.: Металлургия, 1988. – 400 с.
7. **Панченко, Е. В.** Лаборатория металлографии. – М.: Металлургия, 1965. – 441 с.

УДК 620

ШУЯНОВА А.А., РЯБОВ Д.А., ХЛЫБОВ А.А.

## **УЛУЧШЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗДЕЛИЙ ИЗ СПЛАВА 12X18H10T, ПОЛУЧАЕМЫХ АДДИТИВНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ SLM ПЕЧАТЬЮ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Аддитивные технологии – это обобщенное название множества различных технологий, где изготовление изделия происходит за счет послойного добавления материала (add, англ. – добавлять) по данным цифровой модели [1].

При 3D-печати изделие формируется путем добавления нового слоя порошкового материала, затем плавления (спекания), отверждения данного слоя и сцепления каждого следующего с уже имеющимся в соответствии с данными цифровой модели.

Также послойный синтез предполагает, что конструирование необходимо проводить в среде инертного газа с охлаждением определенных зон [2, 3].

Технология SLM (выборочная лазерная плавка) – метод аддитивного производства, где используются лазеры с высокой мощностью для создания трехмерных физических объектов за счет плавки металлических порошков.

Металлические порошки представляют собой сыпучие материалы из мельчайших частиц размером до 100 – 150 мкм сферической формы.

Особым требованием к металлическому порошку для аддитивных лазерных технологий является сферическая форма частиц.

Способ получения мелких и средних по размеру металлических порошков сферической формы - диспергирование расплава (атомизация).

Объектом исследования являются образцы, изготовленные с помощью аддитивных технологий SLM печатью, из коррозионностойкой и жаростойкой стали 12Х18Н10Т.

Расчетная плотность совпала со значением ГОСТ 5632-2014. Пористость по данным программы Thixomet варьируется от 0,08 до 0,16% в зависимости от участка исследования. Поры имеют как правильную круглую, так и вытянутую овальную форму с небольшими размерами.

В результате испытаний на одноосное растяжение было установлено, что после наплавки образец обладает минимальным значением относительного удлинения, по сравнению с образцами после термической обработки.

Следует отметить, что термическая обработка по режиму аустенизация (1050 °С) приводит к снижению значения предела текучести и некоторому снижению предела прочности, что делает этот режим неудовлетворительным и применять его не рекомендуется. Термическая обработка, заключающаяся в отжиге (750 °С), позволяет получить высокие значения прочностных свойств с сохранением достаточной пластичности.

### ***Библиографический список***

1. **Попович, А.А.** Аддитивные технологии в машиностроении/ Попович, А.А. [и др.] // Издательство политехнического университета - Санкт-Петербург – 2013 г. 221 с.
2. **Чабаненко А.В.** Технология аддитивного производства, моделирование и управление качеством процесса послойного синтеза/ Чабаненко А.В. [и др.] // Учебное пособие - Санкт-Петербург – 2018 г. 185 с.
3. **Зленко М.А.** Аддитивные технологии в машиностроении / М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш // пособие для инженеров.– М. ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» 2015. 220 с.

# Металлургия и заготовительные производства машиностроения

---

---

УДК 669

АКСЕНОВА А. С., ЗАЛЕТИН И. А.

### ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ПЕЧАТИ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРОЦЕССЕ

Выксунский филиал Национального исследовательского технологического университета  
«МИСиС»

В промышленном масштабе 3D-печать является перспективной технологией, задающей тенденцию развития целых направлений производства. Благодаря использованию разнообразных методов 3D-печати становится возможным быстрое создание образцов с высоким уровнем детализации и прочности.

3D-печать – это быстро развивающаяся технология создания объёмных изделий с помощью предварительно созданных цифровых моделей. На 3D-принтерах создаются макеты будущих улиц и городов, прототипы автомобилей и различной техники, литейные формы, некоторыми крупными компаниями – обувь. Технологией 3D-печати реализуется создание скульптур, деталей и оружия, протезов, слуховых аппаратов, экзоскелетов [1].

Технология 3D-печати осуществляется с помощью 3D-принтера, для которого в программах 3D-моделирования создаётся виртуальная модель. Позже заготовка модели загружается в специальную программу – слайсер, где задаются все необходимые настройки для печати и создаётся понятный принтеру программный код, читая который, устройство воссоздаёт осязаемую копию цифровой детали.

Существует множество технологий создания объёмных изделий, среди которых наиболее распространёнными являются технологии FDM и SLA. FDM-печать работает следующим образом: в экструдер заправляется пластиковая нить, которая плавится и под давлением выходит наружу на постепенно движущуюся вниз платформу. Слои за слоями снизу-вверх создаётся деталь, которая позже застывает. Технология имеет ряд преимуществ, благодаря чему преобладает над другими методами 3D-печати: лёгкость и плотность образцов, относительно дешёвый материал, простота и понятность технологии. SLA-печать требует использования фотополимерной жидкости, затвердевающей под воздействием ультрафиолетового либо инфракрасного лазера. Несмотря на существенный недостаток в виде дороговизны материала, технология ценится высокой детализацией и низким процентом брака [2].

3D-печать имеет как преимущества, так и недостатки. К плюсам относятся возможность печати сложных деталей, снижение затрат на производство, простота и скорость реализации продукта, меньшее количество отходов, низкий риск ошибок, возможность заменить пластик на композитные материалы. В минусах выделяется следующее: меньшая вариативность расходного материала и вытекающие из этого ограниченная прочность и выносимость детали, сокращение рабочих мест в производстве, потребность в специалистах данной области, дороговизна многоцветных 3D-принтеров, небольшие размеры принтеров и ограниченность размера деталей.

Отрасль 3D-печати быстро совершенствуется и делает огромный рывок в развитии нашей промышленности уже сейчас, предоставляя возможность создания полноценных функционирующих устройств.



### Библиографический список

1. <https://3d-services.ru/primenenie/>
2. <https://3dtool.ru/stati/kakie-sushchestvuyut-vidy-3d-printerov/>

УДК 669.715

БЕЛОВА Е.В., ТЕРЕЩЕНКО Е.Г.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ, СВОЙСТВ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВЫСОКОПРОЧНОГО АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА 1933

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Особое значение в авиастроении имеют высокопрочные алюминиевые сплавы системы Al – Zn – Mg – Cu, характеризующиеся наивысшей прочностью и прокаливаемостью среди алюминиевых сплавов. Сплав 1933, представитель данной системы, отличается повышенной пластичностью и прокаливаемостью благодаря введению циркония [1]. В части эксплуатационных характеристик важным является коррозионная стойкость. Высокопрочные сплавы системы Al – Zn – Mg – Cu применяют только в искусственно состаренном состоянии по специально разработанным режимам, определяющим сопротивление сплавов коррозионному растрескиванию [2].

В настоящей работе проведены исследования твердости, микроструктуры и коррозионной стойкости образцов из сплава 1933, вырезанных из поковки. Данные представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Результаты измерения твердости образцов из сплава 1933

Номер образца	Режим термообработки	Интервальная оценка математического ожидания $\bar{x} \pm \mu$
1	Отжиг 350°C	41,8±2,6
2	Закалка 470°C	55,8±2,2
3	Закалка 470°C, старение 110°C и 170°C	72,8±2,5

Таблица 2

Структуры образцов сплава 1933

Увеличение микроскопа	Номер образца		
	1	2	3
x500			
x1000			

Результаты исследования показали, что после упрочняющей термической обработки по режиму T2 (закалка 470°C, старение 110°C и 170°C) сплав имеет механические свойства:  $\sigma_{\text{в}}=480-570$  МПа,  $\sigma_{0,2}=450-520$  МПа,  $\delta=6\%$ ,  $K_{1c}=37-44$  МПа $\sqrt{\text{м}}$ , а также значение твердости, равное 72,8 HRB.

После закалки и старения микроструктура состоит из  $\alpha$  – твердого раствора легирующих элементов в алюминиевой матрице, дисперсных упрочняющих фаз  $\eta(\text{MgZn}_2)$ ,  $T(\text{Al}_2\text{Mg}_3\text{Zn}_3)$ ,  $S(\text{Al}_2\text{CuMg})$ ,  $\theta(\text{CuAl}_2)$ , избыточных фаз с марганцем. Такая структура содержит основные упрочняющие фазы  $\eta(\text{MgZn}_2)$ ,  $T(\text{Al}_2\text{Mg}_3\text{Zn}_3)$ , которые значительно повышают прочностные характеристики сплава. Данные об интерметаллидных фазах были получены из литературных источников. Дальнейшее исследование предполагает изучение интерметаллидных фаз с помощью рентгеноструктурного анализа.

Выводы.

1. При испытании в растворе NaCl обнаружена склонность сплава 1933 к межкристаллитной коррозии.

2. При сравнении испытаний в растворе NaCl и в растворе перекиси водорода, более агрессивным является раствор NaCl.

3. Склонность к коррозионному растрескиванию ни на одном образце не обнаружена.

По результатам исследования видно, что для получения высоких эксплуатационных характеристик высокопрочного алюминиевого сплава 1933 следует проводить термическую обработку, заключающуюся в закалке при  $470^\circ\text{C}$  и двухступенчатом старении при  $110^\circ\text{C}$  и  $170^\circ\text{C}$ .

### ***Библиографический список***

1. **Алиева, С.Г.** Промышленные алюминиевые сплавы / С.Г. Алиева, М.Б. Альтман и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 2004. – 528с.

2. **Беляев, А.И.** Металловедение алюминия и его сплавов / А.И. Беляев, О.С. Бочвар и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 2014. – 280с.

УДК 621.74

БЛАЖЕНОВ И.В., ГРАЧЕВ А.Н.

### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛИТЫХ ПЛИТ ИЗ ПЕНОАЛЮМИНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Информация о пористых металлах (пенометаллах) впервые появилась в 1990-х годах. В настоящее время интерес к этим материалам возрос [1].

Среди пористых металлов наиболее востребован пеноалюминий – металл с закрытыми или открытыми порами. Пеноалюминию свойственны теплоизоляционные, звукопоглощающие и энергосберегающие свойства в сочетании с высокой прочностью, низкой электрической и термической проводимостью. А оригинальный внешний вид, хорошая окрашиваемость, экологичность и пожаробезопасность делают пеноалюминий уникальным материалом, не имеющим аналогов [2].

Пеноалюминий применяется в широком интервале температур, хорошо обрабатывается пилением, сверлением, фрезерованием, обточкой. С другими материалами соединятся склеиванием, пайкой, сваркой.

Известны девять способов получения пенометаллов [3], из которых наибольшее распространение для алюминиевых сплавов получили: продувка газом через расплав Al – SiC или Al –  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; ввод гидрида титана в алюминиевый расплав с последующим перемешиванием, нагреванием и контролем давления во время охлаждения; смешивание алюминиевого порошка с гидридом титана и последующим плавлением до кашеобразной консистенции; смешивание песчано-глинистой смеси и полимерного порошка с выжиганием частичек полимера и заполнение литейной формы расплавленным металлом под давлением.

Данные методы отличаются сложностью используемого оборудования, а также в ряде случаев нестабильностью результатов.

Целью исследования является разработка более простой и менее затратной по сравнению с известными технологии получения пеноалюминия в условиях литейной лаборатории НГТУ.

Сформулированы следующие задачи исследования:

- провести информационно-аналитический обзор существующих методов получения пеноалюминия;

- проанализировать опыт применения технологий получения пеноалюминия;

- предложить наиболее выгодную технологию получения пеноалюминия;

- оценить экономическую целесообразность разработанной технологии;

- оценить экологическую безопасность применения разработанной технологии.

В ходе опробования в лабораторных условиях известных технологий получения пеноалюминия в качестве рабочих вариантов были выбраны: использование гранул газифицируемого полимера с различным объемным соотношением с песчано-гипсовой смесью; создание пор в смеси с помощью извлекаемых приспособлений для последующей заливки алюминиевым расплавом. В обоих случаях предполагается применение лабораторного автоклава, работающего под давлением сжатого воздуха.

Ожидаемым результатом работы является разработка способа изготовления пеноалюминия с получением опытного образца с размерами 100×100×60 мм.

### *Библиографический список*

1. Пористые Материалы [Электронный ресурс], [2011]. – Режим доступа: <http://nayilz.narod.ru/PorMet/pormater.html>.

2. **Сарафанов, М.А.** Новая технология и оборудование для получения конструкционных материалов на основе пеноалюминия / М.А. Сарафанов // Тяжелое машиностроение. – 2011. – №2. – С. 34 – 38.

3. **Бутарович, Д.О.** Пеноалюминий как энергопоглощающий материал и его механические свойства / Д.О. Бутарович, А.А. Смирнов, Д.М. Рябов // Известия ВУЗов. Сер. «Машиностроение». – 2011. – № 7. – С. 53 – 58.

УДК 621

ДАВЫДОВ Д.А., САФОНОВ В.М., КОМОЛОВА О.А., МУРЫСЕВ В.А.

### **ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ ОЦЕНКА ПРИ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКЕ СТАЛИ**

Выксунский филиал Национального исследовательского университета «МИСиС»  
АО «Выксунский металлургический завод

Обработка стали кальцием и кальцийсодержащими материалами (порошковыми или монолитными проволоки) получила широкое распространение в мире, как один из эффективных способов снижения загрязненности стали неметаллическими включениями (НВ) и повышения качества стали. Она является важнейшим элементом в условиях современного сталеплавильного производства, в частности ковшовой обработки.

Кальций эффективно применяется для управления составом и морфологией неметаллических включений с целью:

- трансформации включений глинозема в глобулярные, не деформируемые при прокате алюминаты кальция в раскисленных алюминием сталях;
- управления формой и составом сульфидных включений;

- получения включений, которые остаются пластичными при температурах прокатки в стали.

При рассмотрении вопроса модифицирования этих включений необходимо отметить следующее.

Общий алюминий, который является неотъемлемой частью трубных марок стали, состоит, как известно, из растворимого и нерастворимого в кислоте алюминия. Нерастворимый алюминий состоит почти полностью из алюминия во включениях глинозема и, в отдельных случаях, нитридов.

Количество вводимого кальция должно зависеть от содержания алюминия в стали перед обработкой.

Установлено, что крупные первичные включения продуктов раскисления, содержащие до 97 % глинозема, удаляются из жидкой стали в течение первых 2 – 3 мин, вынося с собой до 80 % кислорода [3]. После интенсивного удаления крупных включений, количество которых, по-видимому, связано с окисленностью металла, в расплаве остаются диспергированные, относительно мелкие включения глинозема, количество которых мало зависит от исходного количества кислорода и остаточного алюминия.

Вместе с тем повышенное содержание остаточного алюминия в стали затормаживает развитие реакции трансформации алюминатных включений, увеличивает концентрацию алюминия в алюминатах кальция, создает предпосылки для усиления процессов повторного окисления в процессе разливки, а также для образования глинозема при охлаждении и затвердевании стали (вследствие смещения растворимостей и равновесий), что в совокупности приводит к дополнительному загрязнению стали оксидами. Известно также определяющее влияние присадок алюминия на характер сульфидов - в зависимости от концентрации алюминия в растворе образуются или эвтектические, выделяющиеся по границам зерен сульфиды, или при более высоком содержании алюминия — сульфиды, выделяющиеся из жидкого расплава в форме остроугольных кристаллических частиц MnS.

Механизм модифицирования неметаллических включений кальцием предусматривает трансформацию глиноземных включений в алюминаты кальция, остающиеся жидкими при температурах разливки. Как видно из диаграммы состояния системы CaO - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (рис. 1), алюминаты становятся жидкими, когда доля CaO в соединениях достигает 40—60 %, что соответствует составу 3CaO · Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и 12CaO · 7Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. В диапазоне 45-55 % CaO температура плавления соединений приближается к 1400 °С. Получение соединений такого состава обеспечивается, прежде всего, соотношением общих концентраций алюминия и кальция в стали.

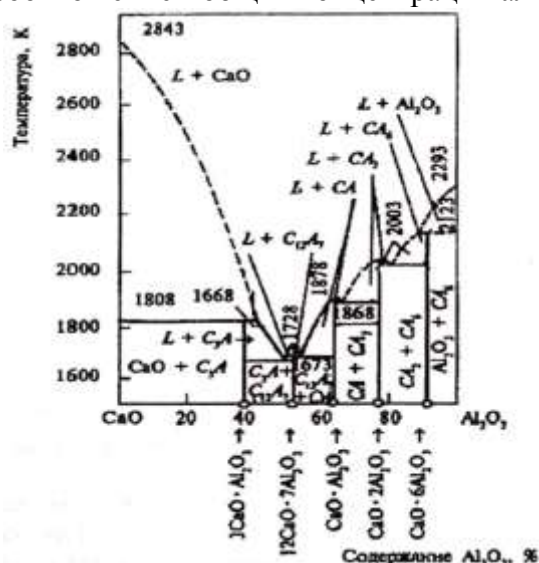


Рис. 1 Диаграмма состояния системы CaO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

В настоящее время в литейно-прокатном комплексе используются и испытываются несколько дизайнов кальциевой проволоки:

- кальциевая проволока с порошковым наполнителем СК40 (стандартно-используемая проволока);
- кальциевая инъекционная проволока с монолитным сердечником (КИП);
- комбинированная кальциевая монолитная проволока (ККИП).

Все кальциевые проволоки состоят из внешней металлической оболочки, в которой находится наполнитель в виде дробленого силикокальция с содержанием кальция до 40 % или монолитный кальциевый пруток с содержанием кальция 98,8 %.

К эффективности применения кальциевых материалов можно отнести ряд показателей, основным из которых является коэффициент усвоения.

В данной работе рассматривается усвоение от введения проволоки типов СК-40, КИП (Са-инъекционная) и ККИП в условиях ЛПК АО «ВМЗ».

*Таблица 1*

Параметр	Вид проволоки		
	СК-40	КИП	ККИП
Масса кальция, г/м	102,4	66,6	68,7
КФ заполнения, %	58	21	69
КФ усвоения, %	12-15	15-23	18-20

#### *Библиографический список*

1. **Кудрин, В. А.** Теория и технология производства стали. Учебник для вузов. — М.: «Мир», ООО «Издательство АСТ», 2003.
2. **Дюдкин, Д.А., Кисленко, В.В.** Производство стали. Том 1. — М.: «Теплотехник», 2008.
3. **Дюдкин, Д.А., Бать, С.Ю., Гринберг, С.Е., Кисленко, В.В., Онищук, В.Л.** Внепечная обработка расплава порошковыми проволоками. Донецк, ООО «Юго-Восток», 2002.
4. **Хорошилов, А.В., Григорович, К.В.** «Анализ и разработка технологии ковшевой обработки сверхнизкоуглеродистых сталей с целью повышения качества поверхности автолистового проката». Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук. Москва, 2022г.

УДК 621.791.92

ДЕМЧЕНКО А.А.

### **ВОССТАНОВЛЕНИЕ БОЙКОВ ДЛЯ РКМ И ПОВЫШЕНИЕ ИХ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ С ПОМОЩЬЮ ПЕЧАТИ РАБОЧЕЙ ЧАСТИ БОЙКА НА УСТАНОВКЕ ПРЯМОГО ЛАЗЕРНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ИЗ ЖАРОПРОЧНОГО ГРАНУЛИРУЕМОГО НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА ЭП741НП В УСЛОВИЯХ ООО «ГРАНКОМ»**

АО «Русполимет»

Вследствие быстрого достижения предельного износа рабочих поверхностей бойков для РКМ, восстановление бойков и повышение их износостойкости являются актуальными задачами современной металлургии.

Формирование высоких показателей качества деталей машин и технологического оборудования невозможно без применения способов повышения износостойкости, прочности и предела выносливости наиболее нагруженных поверхностей изделий.

Одним из эффективных способов повышения долговечности службы бойков для РКМ является печать рабочей части бойка (наплавка) из жаропрочного сплава.

Раннее ремонт бойков для РКМ АО «Русполимет» осуществлялся на аутсорсинге специальной наплавкой, поэтому тема работы для предприятия очень актуальна.

В данной работе произведен подбор режимов печати на образцах из жаропрочного гранулируемого никелевого сплава ЭП741НП, проведено исследование полученных образцов.

На основании данных проведенного исследования выбран оптимальный режим печати рабочей части бойка (наплавки), проведено испытание бойков на РКМ (ковка прутка) с нагрузкой на боёк 200т/сил, проведён сравнительный анализ работы комплекта бойков из массива ЭП915 и с наплавкой гранулами из сплава ЭП741НП.

Использование наплавки гранулами из жаропрочного никелевого сплава ЭП741НП увеличило стоимость комплекта бойков на 2%, но позволило снизить стоимость работы комплекта бойков на 32% (руб./м.).

Таким образом, можно сделать вывод, что задача восстановления бойков для РКМ и повышения их износостойкости с помощью печати рабочей части бойка на установке прямого лазерного выращивания из жаропрочного гранулируемого никелевого сплава ЭП741НП в условиях ООО «Гранком» достигнута, но с целью снижения стоимости комплекта бойков будут проводиться дальнейшие работы по уменьшению объёма наплавляемого металла и замене материала наплавки на более свариваемый сплав INCO718.

УДК 621.7

КАЛЯШИНА А.А., СОЛОНИЦЫН А.Р.

## **ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СТАЛИ 6ХВ2С**

Выксунский Филиал НИТУ «МИСИС»

В ходе данной работы представлены результаты исследований микроструктуры стали 6ХВ2С после закалки с температур 880 и 970 °С и различных вариантов отпуска. С целью подготовки микроструктуры металла под закалку, для повышения механических свойств на всех образцах был проведен изотермический отжиг (850±15) °С. Микроструктура металла после отжига из стали 6ХВ2С представлена в основном перлитом разной дисперсности, ферритом и карбидами.

На стали было опробовано два вида закалки: закалка с температуры (970±15)°С в масло индустриальное и закалка при (880±15)°С в ту же охлаждающую среду. Микроструктура металла после закалки с (970±15)°С представлена мартенситом, карбидами, незначительным количеством бейнита и троостита, а также остаточным аустенитом. Микроструктура металла после закалки при (880±15)°С представлена мартенситом, карбидами и остаточным аустенитом.

Для закалки (970±15) °С на образце был проведен низкий отпуск при (250±15)°С. Микроструктура металла после закалки с отпуском представлена отпущенным мартенситом, карбидами, незначительным количеством бейнита и троостита, и остаточным аустенитом.

На образцах после закалки при (880±15)°С было проведено три вида отпуска: при 250°С, 300°С и 600°С. Микроструктура металла после закалки с отпуском 250°С представлена отпущенным мартенситом, карбидами и остаточным аустенитом. Микроструктура металла после закалки с отпуском 300°С представлена отпущенным мартенситом, трооститом и сорбитом, карбидами, незначительным количеством остаточного аустенита. Микроструктура металла после закалки с отпуском 600°С представлена сорбитом отпуска, карбидами, незначительным количеством остаточного аустенита.

**Таблица 1**  
**Вид термической обработки и твердость**

Состояние образца	Исходное	Отжиг 850°C	З 970°C	З 880°C	З 970°C О 250°C	З 880°C О 250°C	З 880°C О 300°C	З 880°C О 600°C
Твердость (HRC)	До 17	24.8	60	58.2	59.5	58.5	51.0	34.5
*З – закалка; О - отпуск								

Таким образом, микроструктурный анализ и механические испытания образцов, термообработанных по разным режимам, показало, что оптимальным режимом термообработки ножей агрегата продольной резки является закалка с температуры 970 °С и отпуск при 250°С, когда металл приобретает высокую прочность и достаточную ударную вязкость.

Авторы работы выражают благодарность сотрудникам Центральной заводской лаборатории АО «Выксунский металлургический завод» и лично ведущему инженеру-технологу Жарковой Наталье Михайловной.

УДК 621.793.3

ПЛОТНИКОВ С.А., КЛУОНИС А.С.

### ПРОБЛЕМЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ С ПОВЕРХНОСТНЫМ ПОКРЫТИЕМ В РФ

Вятский государственный университет

Доля инструмента, который производится отечественными инструментальными машиностроительными предприятиями составляет от 20-25 до 80-85 в различных сферах. Доля покупного инструмента составляет порядка 60 % от всего объема, в основном это Sandvik (Швеция), Kennametal (США). В тоже время предприятия США и Западной Европы используют инструмент, который производится на специализированных предприятиях, доля импортного инструмента составляет не более 10 % от всего объема технологического используемого для обработки резанием [1].

Согласно распоряжению Правительства РФ [2] от 5 ноября 2020 г. № 2869-р необходимо достичь повышения показателей станкоинструментального производства к 2035 году на 56% по базовому прогнозу.

В рамках сотрудничества научный коллектив Вятского Государственного Университета проводит исследования, направленные на создание новых подходов и методов по улучшению технологии нанесения поверхностных покрытий металлорежущего инструмента, изготовленного на предприятии АО «ЛЕПСЕ».

Стоит отметить, что на отечественных предприятиях имеется тенденция к закупке сложного импортного оборудования. Это накладывает дополнительные затраты на приобретение дорогостоящих зарубежных материалов, изнашиваемых элементов и расходных материалов, обслуживание зарубежными специалистами.

В 1980-х годах разработкой оборудования и методов для получения поверхностных покрытий режущих пластин из твердого сплава проводились ФГУП «ВНИИТС». Разработок по изготовлению отечественных установок для нанесения покрытий на инструмент на данный момент нет.

Низкий уровень разработок в области технологии нанесения поверхностных покрытий в большей мере связан с развалом и ликвидацией отечественных исследовательских институтов и предприятий, отъездом ученых и специалистов. Низкое развитие в данной области также обусловлено отсутствием государственной поддержки, минимальными

научными разработками в данной области. Помимо этого, машиностроительные предприятия не занимаются производством новых инструментов, а используют дешевый массовый инструмент.

Исследуя данный вопрос, можно перечислить следующие проблемы отечественной инструментальной промышленности.

1. Ориентация машиностроительных предприятий на устаревшие и дешевые решения. Медленная модернизация.

2. Сокращение и закрытие исследовательских институтов, уход квалифицированных кадров.

3. Старение основных фондов оборудования и минимальное финансирование на разработку новых методов и средств для нанесения износостойких покрытий.

В связи с уходом зарубежных компаний с российского рынка разработки в области инструментального машиностроения как никогда актуальны.

### *Библиографический список*

1. Памфилов, Е. А. К вопросу импортозамещения твердых сплавов для изготовления режущего инструмента / Е. А. Памфилов, А. М. Буглаев, А. Н. Толстяков // Новые материалы и технологии в машиностроении. – 2017. – № 26. – С. 55-61. – EDN ZXXMLF.

2. Распоряжение Правительства РФ от 5 ноября 2020 г. № 2869-р “Об утверждении Стратегии развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года”.

УДК 621.9.025

ПЛОТНИКОВ С.А., КОЗЛОВ Е.В.

## **СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ОТЕЧЕСТВЕННОГО МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

Вятский государственный университет

Согласно распоряжению Правительства РФ от 5 ноября 2020 г. № 2869-р Об утверждении Стратегии развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года необходимо достичь следующих ключевых показателей эффективности реализации Стратегии развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года в размере 79.5 млрд руб. [1]. На текущий момент показатель составляет 44,5 млрд руб.

В зависимости от условий резания инструментальные материалы разделяют на несколько основных видов, одни из них: углеродистые, легированные инструментальные стали, твердые сплавы, сверхтвердые инструментальные материалы и керметы.

За последнее время использование быстрорежущих сталей заметно снизилось с 65-75 % до 35-40 %, при этом величина использования твердых сплавов возросла с 30 до 55 %, в связи с этим, ученые Вятского Государственного Университета совместно со специалистами АО «ЛЕПСЕ» проводят исследования по повышению стойкости твердосплавного режущего инструмента, изготовленного с использованием собственных наработок в области совершенствования геометрии режущих кромок концевых фрез.

Проведение исследований в данной области позволит увеличить время работы инструмента. Степень развития машиностроительных предприятий напрямую зависит от уровня технологического оснащения и методов, используемых при обработке. От этого зависит номенклатура выпускаемой продукции, точность и качество обработки, себестоимость изготовления. Последнее определяет конкурентоспособность предприятия, что в рамках современных рыночных отношениях является одним из главных факторов эффективной производственной деятельности.



Анализируя состояние мирового и отечественного инструментального производства, можно установить следующее.

1. Основная доля российского рынка твёрдосплавного, керамического и сверхтвёрдого режущего инструмента приходится на импорт.

2. Разработки в области инструментальных материалов начиная с конца 90-х годов практически не проводились, а доля импортного инструмента на рынке постоянно возрастала, что привело к технологическому отставанию российской станкоинструментальной промышленности от ведущих мировых производителей.

3. В связи с уходом зарубежных компаний с российского рынка предприятия вынуждены производить инструмент самостоятельно либо использовать инструмент российского производства.

Усиление научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности является одной из ключевых задач реализации стратегии развития станкоинструментальной промышленности. Результатом должна стать продукция импортозамещения, основной спрос на которую будет исходить со стороны оборонно-промышленного комплекса страны.

### ***Библиографический список***

1. Распоряжение Правительства РФ от 5 ноября 2020 г. № 2869-р “Об утверждении Стратегии развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года”.
2. **Истоцкий, В. В.** Инструментальное производство: проблемы и пути решения / В. В. Истоцкий, С. В. Юдин // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – № 3. – С. 219-226. – DOI 10.24412/2071-6168-2021-3-219-226. – EDN MEKIYF.

УДК 66-958

ЛЮБОМИРОВ Д.А., ЛЕУШИН И.О.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛЬНОГО ЛИТЬЯ ОТВЕТСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Человечество за годы своего существования изобрело множество способов получения стальных отливок. Самым простым и распространенным из них считается литье в ПГС. Этот метод относительно других менее затратен, а также позволяет получать отливки хорошего качества. Но с приходом XX века стала появляться потребность в высококачественном литье. Детали, изготовленные из данных отливок, должны были работать при высоких нагрузках и в агрессивных средах. Такие отливки начали относить к классу «ответственного назначения».

Для изготовления стальных деталей ответственного назначения применяют множество способов, одним из прогрессивных является применение ХТС вместе со стержнями, изготовленными методом 3D-печати (аддитивные). Достоинство этого способа заключается в использовании стержней любой конструкционной сложности. Несмотря на обработку стержней после печати, в них случаются проявления дефектов при заливке металла в форму, что сказывается на качестве литья. Проблема проявления дефектов в стальных отливках ответственного назначения является одним из ключевых моментов внедрения аддитивных технологий в литейное производство. Данная проблема постоянно возрастает в связи с ростом цен на металл и проектно-инжиниринговые услуги, вспомогательные материалы и электроэнергию при одновременном стремлении к сокращению себестоимости продукции.

Для изготовления песчаных печатных стержней на данный момент используют две основные технологии:

- послойное спекание плакированного песка лазерным лучом по SLS-технологии;
- послойное нанесение связующего состава: технология Binder Jet.

У печатанных стержней плотность не так высока, как у традиционно изготовленных стержней, так как песок наносится слоями. От направления печати зависит как плотность упаковки, так и результирующие прочностные свойства после процесса связывания. Однако при использовании неокрашенных стержней литые поверхности получаются очень шероховатыми из-за структуры песка.

Многочисленные исследования процесса Binder Jet показали, что образование просечек зависит, с одной стороны, от геометрии стержня, а с другой стороны, от направления печати.

Главную роль в подавлении тенденции образования просечек играют несколько факторов: направление печати, геометрия стержня, способ нанесения покрытия, а также его состав и толщина слоя.

Благодаря прочностям, зависящим от оси печати, неокрашенные стержни показывают положительные результаты в предотвращении дефектов литья, таких как просечки. Однако использование покрытий, специально разработанных для 3D – печати, может предотвратить образование грубых поверхностей литья и пригара. В зависимости от задач, которые ставятся перед стержнем, рекомендуется тщательнее подбирать композицию для самоотверждаемой органической смеси. Во внимание следует отнести использование стержней, напечатанных горизонтально, а также их стоит окрашивать кистью или при помощи пульверизатора.

### *Библиографический список*

1. Гейко М.А., Леушин И.О., Нищенков А.В., Решетов В.А., Романов А.С. Основы аддитивных технологий и производств: учебное пособие. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2020, – 213 с.
2. Леушин, И.О. Применение аддитивных стержней улучшенной технологичности для производства стальных отливок ответственного назначения / И.О. Леушин, А.В. Герасимов, Д.А. Любомиров // Прогрессивные литейные технологии: Труды XI Международной научно-практической конференции (9-11 ноября 2022 г., г. Москва). – М.: МИСиС, 2022. – С. 420-426.

УДК 66-958

МАКАРОВ М.Е., ЛЕУШИНА Л.И.

## **ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧЕЙ ТЕРМИЧЕСКОГО УЧАСТКА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Металлургические производства – основа машиностроения Российской Федерации, оказывающая большое влияние на экономику страны и обеспечивающая её заготовками будущей продукции. Чем выше эффективность металлургического производства, тем стабильнее, устойчивее и успешнее машиностроение.

Для повышения эффективности производства необходимо снизить затраты и его внутренние потери. Одним из факторов, способных это обеспечить, является энергоэффективность производства.

На сегодняшний день энергосбережение и повышение энергетической эффективности относятся к числу высших приоритетов государственной энергетической политики [1]. Это вызвано десятилетиями неэффективного использования энергоресурсов. Данный фактор соз-

дал в России огромный неиспользованный потенциал энергосбережения, достигающий 45% всего современного энергопотребления страны.

Для устранения негативных факторов «неэнергоэффективного» использования ресурсов необходимо проведение ряда организационно-технических мероприятий, которые требуют немалых финансовых вложений и, в связи с этим, согласованного участия всех уровней бюджета.

Специалисты, проводящие энергетическое обследование предприятия, обязаны иметь высокую компетенцию в разработке и внедрении мероприятий по повышению энергоэффективности всех структурных подразделений.

Исследования могут проводиться с помощью сравнительного анализа, математического и компьютерного моделирования, а также с применением методов классификации и аналогирования [2].

Целью энергоаудита является оценка энергетической эффективности процессов производства, распределения энергии, а также их потерь. Необходимо определить энергосберегающий потенциал производства, разработать меры снижения потерь и увеличения коэффициента использования энергетических ресурсов производства.

Задачами энергетических обследований являются [1]:

- 1) определение фактического и нормативного расхода энергии, их разность, выраженная в финансовом и натуральном выражениях, определение энергосберегающий потенциал. Выявление причин несоответствия потребления нормативным значениям.
- 2) определение теоретически возможного потенциала энергосбережения в натуральном и денежном выражении для оценки эффективности перевооружения производства или корректировки расхода энергоресурсов.
- 3) разработка мероприятий по энергосбережению, обоснованных экономически и технически, оценка затрат на их реализацию, окупаемость и возврат денежных средств.
- 4) расчёт эффективности реализуемых энергосберегающих мероприятий.

Таким образом, энергоаудит – это метод комплексных мер по повышению энергоэффективности производства. В металлургических производствах машиностроения он особенно необходим для поддержания актуальности производимой продукции, это делает предприятие конкурентноспособным. В связи с этим энергетическое обследование является сложным и трудоёмким процессом, который в полной мере могут исполнить только высококвалифицированные специалисты, имеющие обширные знания в технической сфере.

### *Библиографический список*

1. **Туркин Д.Г.** Актуальные вопросы энергосбережения и энергоаудита // Вестник инженерной школы ДВФУ. 2013. №3. С. 16- 20.
2. **Филатов М.И., Подлевских Ф.П., Подлевских А.П.** Энергоаудит предприятий технического сервиса // Известия ОГАУ. 2007. №14-1. С. 45- 46.

УДК 620

МАТВЕЕВА Д.Р., БАТУРИН Д.А.

### **ПРИМЕНЕНИЕ ОБРАТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Выксунский филиал Национального исследовательского технологического университета  
«МИСиС»

В данный момент используются как прямое, так и обратное проектирование. Прямым проектированием (Forward engineering) называется процесс преобразования модели в код путем отображения на некоторый язык реализации. Процесс прямого проектирования приводит

к потере информации, поскольку написанные на языке UML модели семантически богаче любого из существующих объектно-ориентированных языков.

Обратное проектирование (Reverse Engineer) – это процесс преобразования кода, написанного на языке программирования, в модель. В результате этого процесса получается огромное количество информации, часть которой находится на более низком уровне детализации, чем требуется для построения полезной модели. [1].

Этапы обратного проектирования сложной детали: сканирование объекта, обработка результатов в ПО сканера, например «Artec Group», обработка поверхности детали, из них можно выделить: «Geomagic Design X»; «Xmodel»; финишная обработка в САД [2,4].

С помощью метода создания трёхмерных объектов, деталей, вещей, путём послойного добавления различных материалов значительно расширяются возможности и сокращается время процесса производства продукции, материалоемкости, уменьшению потребления электроэнергии, а также предоставляет возможность к изготовлению изделий со сложной структурой, которые ранее были невозможны из-за различного рода ограничений.

Существует множество программ для 3-D печати. Они нужны для настройки принтеров под печать конкретной модели, созданной на предыдущих этапах проектирования. Вот некоторые из подобных программ: «Simplify3D»; «Cura»; «Geomagic Studio» [3,5].

Часто сканирование оказывается более удобным и быстрым способом получить модель, а иногда — и единственным из возможных. Аддитивные технологии позволяют воссоздать деталь любой сложности без стандартных технологических цепочек производства, тем самым упрощая процесс изготовления деталей.

### *Библиографический список*

1. [https://studopedia.ru/11\\_28988\\_pryamoe-i-obratnoe-proektirovanie.html?ysclid=lfwfnvc0gm113014587](https://studopedia.ru/11_28988_pryamoe-i-obratnoe-proektirovanie.html?ysclid=lfwfnvc0gm113014587)
2. <https://blog.iqb.ru/geomagic-design-x-impeller-engineering/>
3. Трубащевский, Д. С. Аддитивные зарисовки/ Д. С. Трубащевский. — Воронеж: Умное Производство, 2021. — 206 с.
4. Chao Wei & Lin Li (2021) Recent progress and scientific challenges in multi-material additive manufacturing via laserbased powder bed fusion, Virtual and Physical Prototyping, 16:3, 347–371, DOI: 10.1080/17452759.2021.1928520)

УДК 669.1

МИНЕЕВ В.В., ЧЕБЕРЯК О.И.

## **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ КРУПНЫХ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ «МЕТМАШ» Г. БОР**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При получении крупных отливок не редко возникают сложности с чистотой их поверхности, что связано с повышенными температурами заливаемого в форму расплава, особенно это касается крупного стального литья. Как известно, специфический дефект нередко приводящий к браку литья называется пригаром.

Пригар появляется вследствие физического и химического взаимодействия формовочного материала с расплавленным металлом и его окислами. Данный дефект является трудно отделяемым специфическим слоем на поверхности отливки. Процессы, протекающие во время формирования пригара, могут привести к нарушению микроструктуры, что влечет за собой брак получаемой литой заготовки. Образование браконосного дефекта связано с множеством причин, основные из них:

- сложные термохимические процессы, протекающие на границе раздела «расплав-литейная форма»;
- гидродинамическое воздействие расплава и формирующейся отливки на стенку литейной формы;
- механизм теплообмена между отливкой и литейной формой и связанные с ним физические процессы. [1]

На предприятии «Метмаш», г. Бор изготавливаются отливки больших габаритных размеров и сложной конфигурации, такие как: якоря судовые, гребные винты, детали судовых дизелей (поршни, кольца поршневые, водяные рубашки и др.), редукторы для плавкранов, ступица и гнездо стабилизатора, кронштейн гребного вала, чистовые гребные и промежуточные валы, шаровые соединения для плавучих грунтопроводов, а также запчасти для земснарядов. Высокие требования, предъявляемые к получаемому на предприятии литью делают актуальной проблему наличия пригара на поверхности отливок.

Для снижения пригара на крупном стальном литье из наиболее действенных можно выделить два решения: первое заключается в увеличении степени окисления расплавления в процессе взаимодействия с литейной формой, что реализуется путем применения в составах противопопригарных покрытий, а также формовочных смесях модифицирующих добавок – материалов-окислителей; второе основывается на процессе восстановления оксидов расплава путем создания в контактной зоне «расплав-литейная форма» восстановительной атмосферы [2].

В качестве окислительных добавок как в состав антипригарных покрытий, так и формовочных смесей используют перманганат калия, пятиокись ванадия в комбинации с сульфатом натрия, хлориды и фториды металлов.

Для создания восстановительной атмосферы в контактной зоне «расплав-литейная форма» актуально использование в составах противопопригарных покрытий материалов на основе углеродосодержащих соединений, например, аморфного и кристаллического графита, пироуглерода, шунгита. Также применяют карбонаты щелочноземельных металлов, которые при разложении образуют значительное количество газообразных продуктов, формирующих в контактной зоне восстановительную атмосферу.

### *Библиографический список*

1. Николайчик Ю.А., Рудницкий Ф.И., Батайчук А.В., Мудрый В.В. Анализ методов профилактики пригара на поверхности стальных и чугуновых отливок // Литейное производство. 2015. С. 23-27
2. Швецов В.И., Иванов М.А., Кулаков Б.А., Каркарин А.М. Процессы образования и предотвращения пригара на стальных отливках. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». 2015. С. 17-23

УДК 621.691.75

НЕСТЕРОВ С.Д.

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ WAAM ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ АМг5 АМг6**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Алюминий - это материал, прочно закрепивший своё место в современном машиностроении. Он обладает высокой стойкостью к коррозии, мягкостью, легкостью и, что самое важное, малой плотностью ( $2,7\text{г/см}^3$ ), являясь компромиссом во многих технических решениях [1]. При производстве алюминиевых корпусных деталей, когда нецелесообразно использование литейных форм и матриц, чаще всего используются плиты с последующей ме-

ханической обработкой. Как правило, большая часть заготовки срезается для образования внутренних полостей и становится стружкой.

Целью данной работы будет повышение эффективности производства за счёт уменьшения материалоёмкости при изготовлении корпусных деталей из алюминиевых сплавов.

Задачами исследования являются: 1) изучение технологии получения деталей методом наплавки алюминия; 2) выявление зависимости точности и качества формообразования детали от режимов наплавки; 3) разработка оптимального технологического процесса для получения заготовки методом WAAM и подбор технологического оснащения; 4) выявление зависимости физико-механических свойств полученной заготовки от режимов наплавки и подачи прутка, а так же среды, в которой происходит процесс наплавки.

Методы исследования: 1) теоретические методы расчёта; эмпирические методы проверки качества полученной заготовки и сравнения с действующей технологией.

Теоретическая часть включает в себя изучение проблем наплавки алюминия и исследование вариантов решения этих проблем, а также расчет режимов работы оборудования с учетом имеющихся ограничений.

Практическая часть исследования заключается в создании образца корпусной заготовки для проведения исследований и испытаний. Первым производится печать опытных образцов для испытания на растяжение и изгиб. После происходит выявление оптимальных условий среды наплавки (пропорции смеси газов в камере наплавки), режимов наплавки и режимов работы дугового наплавочного аппарата.

Следующий этап - производство опытного образца корпуса и его дальнейшая проверка на дефекты на этапе наплавки. Возможные дефекты: трещины, полости, поры, усадочные раковины [1]. С учётом имеющихся результатов предложить итоговые корректировки и сформировать оптимальный технологический процесс и подобрать оснащение.

Вывод. Данная работа направлена на изучение создания заготовок для алюминиевых корпусных деталей методом WAAM. Исследование физико-механических свойств полученной заготовки и предложение решений по внедрению в производство.

---

Ольховенко, А. Методы предотвращения деформаций и дефектов при сварке алюминиевых сплавов;

УДК 621.74

САВУШИНА Д.В., МАСЛОВ К.А.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Охрана и обеспечение качества окружающей среды, сохранение и рациональное использование природных ресурсов, экологический контроль и проверка приобретают все большее значение и приоритетность в экологической политике.

Для металлургических заводов весьма значим мониторинг состояния окружающей среды в зоне их прямого влияния. Основной задачей, решаемой в рамках этого вида мониторинга, является проверка соблюдения предприятием – природопользователем экологических стандартов, норм и правил при определенном виде деятельности. Поскольку загрязнение атмосферного воздуха является одной из наиболее острых экологических проблем современности, так как уровень загрязнения с каждым годом увеличивается, что приводит к негативным последствиям не только для экосистемы, но и оказывает влияние на здоровье и жизнедеятельность человека, то важность получения информации об источниках загрязнения и

оценки их воздействия является важным моментом для снижения количества выбросов путем усовершенствования систем.

Принято выделять следующие уровни мониторинга: детальный, локальный, региональный, национальный, глобальный.

Система локального мониторинга позволяет охватить масштабный спектр функций: контроль основных источников загрязнения на предприятии на основе проведения инструментальных измерений выбросов в атмосферу, сбросов сточных вод и состояния различных отходов, включая автоматический контроль над ограниченным числом компонентов; контроль загрязнения атмосферы и поверхностных вод с автоматизированным отбором проб на стационарных постах, расположенных в зоне прямого влияния предприятия; выполнение наблюдений на маршрутных постах, проведение подфакельных наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, отбор проб для анализа почв и снежного покрова; передача данных с автоматических газоанализаторов, отходящих технологических и вентиляционных газов на центральный пост сбора и обработки информации; обработка данных контроля источников загрязнения; обработка данных мониторинга загрязнения окружающей среды в зоне влияния предприятия; передача обработанной информации пользователям.

Для простоты и быстроты анализа информации необходима автоматизация систем мониторинга, которая будет обеспечивать непрерывный и надежный экологический мониторинг состояния окружающей среды и рабочей зоны. Такая система включает в себя стационарные и мобильные контрольные посты с детекторами для измерения параметров характеристик окружающей среды, центральный контрольный пульт, блоки управления и приемопередатчики прямой и обратной связи контрольных постов с центральным контрольным пультом, отличающаяся тем, что в систему дополнительно включен контроллер-концентратор данных, обеспечивающий анализ, обработку и формирование единой базы данных параметров окружающей среды.

---

**Гельманова, З.С.** Создание системы локального экологического мониторинга для металлургического предприятия/ Гельманова З.С., Кузьмичев С.С., Сучилина Т.П., Мезенцева А.В., Алдабаева А.Е. // Экология XXI века: синтез образования и науки (Челябинск, 18–21 мая 2020 года) – С. 141-145.

УДК 669

САЛЕНКОВ Ф.А.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СТАЛИ 15ХМ**

Выксунский филиал Национального исследовательского университета «МИСиС»

Устройство локализации расплава (УЛР) – уникальная инженерная разработка, выводящая безопасность водо- водяных энергетических установок на новый уровень, позволяющая полностью исключить возможность проникновения расплавленной активной зоны реактора в окружающую среду, в ходе возможной запроектной аварии [1, 2].

Предметом исследования являлись ударные образцы (ГОСТ 9454–78 Тип 12 [3]) и образцы на высокотемпературное растяжение (ГОСТ 9651-84 Тип 1 [4]) из стали марки 15ХМ, которая может являться перспективным материалом корпуса устройства локализации расплава. Термообработка металла в исходном состоянии – нормализация с температуры прокатки 920 °С. Цель работы: исследование влияния термической обработки, имитирующей высокотемпературное воздействие продуктов расплавления активной зоны реактора в момент запроектной аварии на материал корпуса УЛР.

Образцы на высокотемпературное растяжение подвергались термообработке по программе исследования к росту аустенитного зерна, которая включала нагрев до температуры 1000 °С, медленное охлаждение до 840 °С, выдержку при данной температуре 39,2 ч и охлаждение с печью. Образцы на ударный изгиб подвергались комбинации первой термообработки и термообработке по программе исследования склонности к охрупчиванию при отпуске, которая включала нагрев до температуры 650 °С и медленное охлаждение.

Комплекс исследований включал в себя металлографическое исследование зёрновой структуры до и после моделирующей термической обработки при помощи микроскопа Axio Observer.D1m, с дальнейшим количественным анализом размеров зерна в программе анализа изображения ImageJ Fiji. Измерение микротвёрдости проводилось на автоматизированном микротвердомере Tukon 1102 на образцах в состоянии поставки и после термической обработки. Испытания на высокотемпературное растяжение цилиндрических пятикратных образцов, в состоянии поставки и после специальной термической обработки, проводились при температурах 20 °С, 700 °С, 900 °С на разрывной машине Zwick/Roell. Сериальные испытания на ударный изгиб проводились в интервале температур от минус 30 до 200 °С на маятниковом копре Instron SI - 1M. После ударных испытаний изломы образцов подвергались фрактографическому анализу при помощи сканирующего электронного микроскопа Hitachi TM-1000 с дальнейшим подсчетом количества вязкой составляющей в изломе при помощи программы ImageJ Fiji и определением температурного порога хладноломкости.

По результату проведения моделирующей термической обработки произошло падение предела прочности в среднем на 20 % до 434 МПа и предела текучести на 35 % до 224 МПа при комнатной температуре испытания, при высоких температурах разница не значима. Уровень твердости снизился на 15 % до 161 НV. Размер действительной зеренной структуры металла для двух состояний находится на уровне 25 мкм, наблюдалась некоторая разнотельность. После проведения моделирующей термической обработки наблюдалось возрастание уровня ударной вязкости на всем диапазоне температур испытаний. При комнатной температуре уровень ударной вязкости возрос в 2,3 раза до 211 Дж/см<sup>2</sup>. Температура хрупко-вязкого перехода снизилась на 57 °С до минус 12 °С.

### ***Библиографический список***

1. **В.В. Безлепкин, В.Г. Сидоров, В.О. Астафьева.** Моделирование процессов в устройстве локализации расплава АЭС-2006 с ВВЭР-1200 при запроектной аварии // Атомная энергия. – 2010. – №6. – С. 327–333.
2. **Сидоров И. А.** Устройство локализации расплава для АЭС ВВЭР – 1200 // 7-я МНТК «Обеспечение безопасности АЭС с ВВЭР» ОКБ «ГИДРОПРЕСС». – 2011. – 13 с.
3. ГОСТ 9454–78 Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах (с Изменениями N 1, 2). – М.: Издательство стандартов, 1994.

УДК 621

СОЛОНИЦИНА Е.А., КОЛОБАЕВА А.В.

### **МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОТОКА ЖИДКОЙ СТАЛИ В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ**

Выксунский филиал Национального Исследовательского Технологического Университета  
«МИСиС»

Промышленный опыт разлива стали на тонкослябовой МНРС выявил процессы, которые отрицательно сказываются на качестве внутренней структуры и поверхности непрерывнолитого тонкого сляба. Для изучения и анализа проблем, связанных с поведением ме-



талла в кристаллизаторе, используют методы моделирования. Первый из них – компьютерное моделирование, позволяющий изучить изменения характера движения потоков жидкой стали в зависимости от ширины сляба, скорости разливки и степени износа погружного разливочного стакана, разработать оптимальную схему ввода жидкой стали в кристаллизатор для формирования благоприятной картины циркуляционных потоков. В настоящее время признано, что математическое моделирование оказывается более дешевым и точным, чем экспериментальные исследования. Следует также отметить другие преимущества компьютерного математического моделирования, которое позволяет получить картину всего течения и графически визуализировать поля скоростей, давлений или температур во всей области течения, а не только нескольких точках, где расположены соответствующие датчики при экспериментальных исследованиях [2,3].

Адекватность математического моделирования обычно проверяется на основе сопоставления с результатами физического моделирования поля скоростей и структуры потоков. Физическое моделирование основано на том, что на модели реального агрегата проводят эксперименты. В модели вместо стали используется вода и с помощью чернил подкрашивается жидкость перед входом в погружной сталеразливочный. Позволяет оценить скорость и направление течения жидкости. Результаты физического моделирования позволяют исключить проведение трудо- и энергозатратных экспериментов в реальных промышленных условиях. Основной недостаток – это невозможность получения подробной информации о поле скоростей в потоке жидкости [1].

### *Библиографический список*

1. **Марков, Б.Л.** Физическое моделирование в металлургии / Б.Л. Марков, А.А. Кирсанов - М: Металлургия, 1984. - 119 с.
2. **Исаев, О.Б.** Моделирование современных процессов внепечной обработки и непрерывной разливки стали / О.Б. Исаев, Е.А. Чичкарев, В.В. Кислица и др. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2008. - 376 с.
3. **Сафонов В.М., Борисевич В.Г., Кислица В.В., Морев Д.В.** Физическое моделирование движения жидкой стали в кристаллизаторе тонкослябовой МНРС. ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2019;75(4):454-459.

УДК 669

СТРУЧКОВА К.В., ДОБРОТИН Г.С., МЯЛКИН И.В.

### **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛИ КЛАССА ПРОЧНОСТИ К-52 В ПРОЦЕССЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

Выксунский филиал Национального Исследовательского Технологического Университета  
«МИСиС»

Термическая обработка является одним из наиболее распространенных способов улучшения механических свойств металлов и сплавов. В настоящее время, в связи с увеличением требований к повышенным механическим свойствам материала, стали все чаще подвергаются термической обработке. В этом контексте изучение режимов термической обработки стали класса прочности К-52 имеет большое значение.

Цель работы: выполнить металлографический анализ стали класса прочности К-52 при разных температурах термической обработки

Задачи:

- исследовать изменения микроструктуры состава материала класса прочности К-52 при различных режимах термической обработки;
- оценить влияние термической обработки на твердость материала класса прочности К-52;
- подобрать оптимальный режим термической обработки для материала класса прочности К-52;

Введение: сталь - один из самых распространенных металлических материалов в мире. Она обладает высокой прочностью, твердостью и устойчивостью к коррозии. Сталь широко используется в промышленности для производства различных изделий, начиная от крупных металлоконструкций и заканчивая мелкими деталями машин и приборов.

Однако, чтобы сталь соответствовала требуемым параметрам и свойствам, ее необходимо подвергать различным видам обработки. Одним из наиболее эффективных методов обработки стали является термическая обработка. Она может значительно повысить механические свойства стали, увеличивая ее прочность, твердость, устойчивость к коррозии, а также снижая деформационную пластичность.

Методы термической обработки стали могут быть различными, и выбор того или иного метода зависит от требуемых свойств и характеристик стали. Одним из таких методов является закалка и отпуск. Этот метод позволяет получить материал с высокой прочностью, твердостью и устойчивостью к коррозии.

Одним из классов стали, который широко используется в промышленности, является сталь класса прочности К-52. Она имеет высокую прочность и деформационную пластичность, что делает ее привлекательной для использования в различных отраслях промышленности. Однако, как и любой материал, К-52 может иметь неоднородную микроструктуру, что приводит к неравномерности механических свойств.

Для повышения механических свойств материал класса прочности К-52 необходимо исследовать возможности ее термической обработки методом закалки и отпуска. При этом требуется определить оптимальные режимы термической обработки, которые позволят получить материал с максимальными механическими свойствами.

Методика: в рамках лаборатории в электрической печи были смоделированы процессы термической обработки с различными температурами отпуска (300°C, 500°C, 680°C, 800°C) и закалкой (900°C, 950°C, 980°C) для основного металла. После каждой термической обработки была произведена металлографическая обработка образцов, а также производились исследования структуры образцов на инвертируемом металлографическом микроскопе Leica DM18 с последующим измерением значения твердости по Виккерсу на автоматическом твердомере Qness с нагрузкой 1кг.

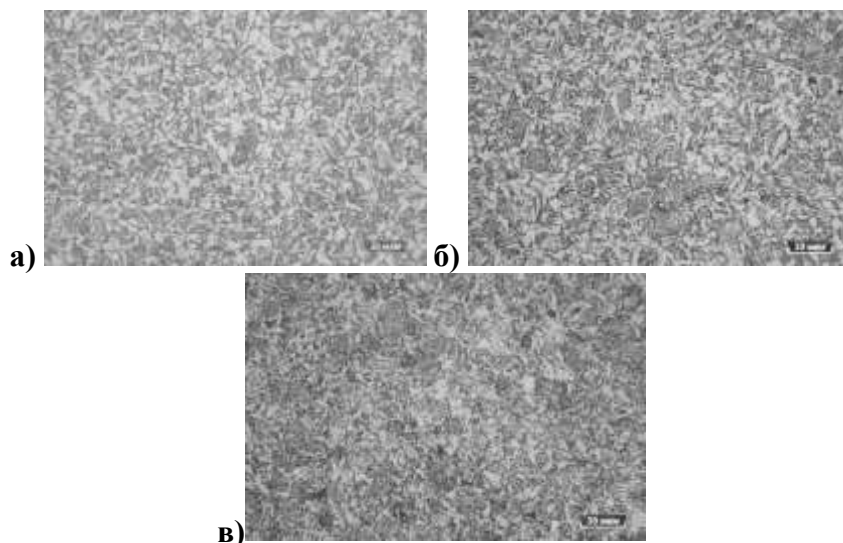
Основные наблюдения: Изначальная микроструктура, стали класса прочности К-52 до влияния термической обработки, состояла из феррита – перлита с величиной зерна 10÷12 номера по ГОСТ 5639, и также небольшого количества игольчатого бейнита (рис. 1).



**Рис. 1. Микроструктура материала класса прочности К-52 до влияния термической обработки**

Была проведена закалка при 900, 950 и 980 °С в электрической печи основного металла. После закалки при 900, 950 и 980 °С наблюдается повышение средней твердости, за счет формирования бейнитной структуры, с присутствием М/А-участков, в основном металле. С

увеличением температуры нагрева под закалку объемная доля феррита постепенно уменьшается, а бейнитные участки увеличиваются от 10, 11 номера при нагреве 900 °С до 7, 8 номера при нагреве 980 °С (рис. 2).



**Рис. 2. Микроструктура материала класса прочности К – 52 после закалки при: а) 900 °С, б) 950 °С, в) 980 °С**

Затем сталь была подвергнута отпуску при различных температурах 300 °С, 500 °С, 680 °С и 800 °С.

При температуре отпуска 300 °С и закалок 900, 950 и 980 °С наблюдалось образование троостита отпуска за место бейнитной структуры из-за чего происходит незначительное снижение твердости (рис. 3).



**Рис. 3 Микроструктура материала класса прочности К – 52 после отпуска 300 °С при закалке: а) 900 °С, б) 950 °С, в) 980 °С**

При температурах отпуска 500 °С и закалок 900, 950 и 980 °С происходит дальнейшее снижение твердости и образование вместо троостита, сорбита отпуска различной морфологии, что также приводит к незначительным снижениям твердости (рис. 4).



**Рис. 4. Микроструктура материала класса прочности К – 52 после отпуска 500 °С при закалке: а) 900 °С, б) 950 °С, в) 980 °С**

При отпуске при 680 °С и закалок 900, 950 и 980 °С происходит рекристаллизация ферритной структуры и выделение глобулярного дисперсного цементита, что приводит к заметному снижению твердости (рис. 5).



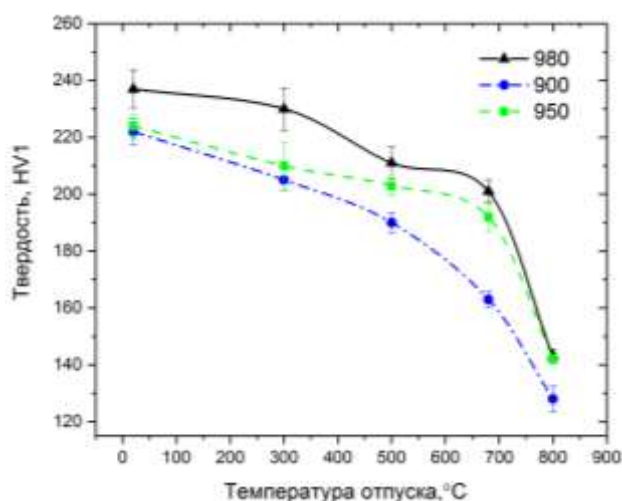
**Рис. 5** Микроструктура материала класса прочности К – 52 после отпуска 680 °С при закалке: а) 900 °С, б) 950 °С, в) 980 °С

При нагреве до 800 °С и закалок 900, 950 и 980 °С происходит полиморфное превращение в межкритической зоне с образованием ферритной структуры с участками аустенита, что также приводит к снижению твердости металла (рис. 6).



**Рис. 6.** Микроструктура стали класса прочности К – 52 после отпуска 800 °С при закалке: а) 900 °С, б) 950 °С, в) 980 °С

Затем были сняты показания твердости с помощью автоматического твердомера на образцах, прошедшие ранее термическую обработку. По полученным данным, был построен график распределения твердости в основном металле (рис. 7).



**Рис. 7.** График распределения твердости

По графику можно сказать, что благоприятной термической обработкой для стали класса прочности К-52 является закалка 950 °С + отпуск 680 °С, так как в остальных случаях твердость для данного материала либо высокая, что приведет к хрупкости стали, либо низка для её эксплуатации

Вывод: в ходе исследования влияния термической обработки на твердость К-52 было выявлено, что данная обработка существенно повышает твердость материала. В частности, было установлено, что твердость материала увеличивается при повышении температуры закалки и понижается при увеличении температуры отпуска. В ходе работы было выявлен наиболее подходящий режим термической обработки: закалка 950 °С + отпуск 680 °С. Это позволяет улучшить качество конструкций, в которых используется данный материал

### *Библиографический список*

1. **Гуляев А. П.** Металловедение. Учебник для вузов. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1986. 544 с.
2. **Новиков И.И.** Теория термической обработки металлов. 4-е изд., перераб. и доп. М: Металлургия, 1986. 480 с.
3. **Бочвар А.А.** Металловедение. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургиздат, 1956. 495 с

УДК 669.1

ШИЛЯЕВ А.А., ЛЕУШИНА Л.И.

## **ВНЕДРЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ РОСАТОМ (ПСР) НА ДЕЙСТВУЮЩЕЕ ПРОИЗВОДСТВО ООО «НИЖЕГОРОДСКИЙ ЛИТЕЙНЫЙ ЗАВОД» Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Производственная система Росатом (ПСР) - это прогрессивная методология, которая позволяет оптимизировать производственные процессы и повысить эффективность предприятия. Необходимость внедрения ПСР обусловлена не только желанием повысить качество продукции и улучшить производительность, но и постоянно меняющейся рыночной ситуацией, требованиями качества и жесткой конкуренцией.

Одним из ключевых инструментов ПСР является методология Lean, которая направлена на постоянное улучшение процессов и эффективность производства. Другим важным инструментом внедрения ПСР является Six Sigma, который направлен на уменьшение количества отклонений от заданных параметров. Вместе они формируют логическую и эффективную систему управления производством.

При внедрении ПСР на ООО «НЛЗ» используется инструмент TPM (Total Productive Maintenance), который позволяет улучшить надежность оборудования, уменьшить время простоя на производстве и повысить эффективность работы предприятия. Другой важный инструмент - 5S, который используется для улучшения организации рабочего пространства и повышения продуктивности труда.

Важным аспектом внедрения ПСР является также обучение персонала. Обучение проводится в соответствии с определенной методикой, которая включает в себя обучение основам теории менеджмента качества, основам методологии Lean, обучение методике TPM и 5S и обучение другим методам повышения эффективности и качества производства.

Внедрение ПСР на ООО «НЛЗ» позволит не только снизить затраты на материалы и труд, но и повысить качество продукции, уменьшить риски ошибок и непредвиденных сбоев на производстве, улучшить надежность оборудования и повысить эффективность работы предприятия в целом. Использование инструментов ПСР позволяет достигнуть этих целей и создать благоприятное производственное окружение для успешной работы предприятия.

Кроме этого, Производственная система Росатом на ООО «НЛЗ» позволит увеличить гибкость производства и быстро реагировать на изменения рыночной ситуации и потребно-

стей клиентов. Это позволяет предприятию принимать правильные решения и максимально эффективно использовать имеющиеся ресурсы.

Кроме того, ПСР сокращает время цикла производства, что позволяет литейному предприятию выпускать больше продукции за более короткий период времени. Это позволяет увеличить объемы производства и реализации продукции, что приводит к увеличению прибыли.

Внедрение ПСР на литейном производстве также позволяет повысить уровень безопасности на рабочих местах и снизить количество несчастных случаев на производстве. Это достигается благодаря использованию методов и инструментов, направленных на улучшение организации труда и обеспечение безопасности персонала.

Так же, ПСР на литейном производстве помогает улучшить взаимодействие между различными отделами и сотрудниками, а также стимулирует развитие культуры непрерывного улучшения и повышение уровня квалификации персонала.

---

**Вайдер М.** Инструменты бережливого производства: Мини – руководство по внедрению методов бережливого производства/ Майкл Вайдер: Пер. с англ. – М.: – Альпина Бизнес Букс, 2005. – 125 с.

УДК 66-958

ШУРЫГИН С.Д., ГЕЙКО М.А.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТОЧНОГО ЛИТЬЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Точное литье как технологический процесс характеризуется тем, что им можно получать сложные фасонные машиностроительные отливки, у которых рабочие поверхности выполняются с такой чистотой и такой размерной точностью, что исключается или значительно уменьшается механическая обработка, а следовательно, снижаются расходы, связанные с ней.

Среди способов получения заготовок с минимальными припусками на механическую обработку или вовсе ее исключают это - точное литье по выплавляемым моделям. Главным достоинством ЛВМ (литье по выплавляемым моделям) считается высокая точность геометрии получаемых отливок. Однако широкое применение данного способа литья сдерживается рядом его недостатков, а именно завышенной стоимостью формовочного материала, а также особенности способа ЛВМ, обуславливают проявление газовых дефектов при плавке и заливке латуни. Так как при ведение плавки латуни активно растворяет газы (в первую очередь водород), что ведет к образованию пористости, то для удаления растворенных в расплаве газов необходимо применять дегазацию. Проблема проявления газовых дефектов латуни является важным моментом повышения полноты операции дегазации. Данная проблема постоянно возрастает в связи с ростом цен на металл и электроэнергии при одновременном стремлении к сокращению себестоимости продукции.

Дегазация медных сплавов в основном сводится к удалению из расплава водорода, так как из общего количества растворенных газов на его долю приходится 95-98%. Эффективность дегазации зависит прежде всего от размера пузырьков. При ротационной дегазации создаются хорошо диспергированные пузырьки диаметром несколько миллиметров, и этот способ дегазации является наиболее эффективным. Применяя пористые пробки, также можно создавать пузырьки небольшого диаметра. Но в этом случае дисперсия пузырьков происходит хуже, чем при ротационной дегазации. При дегазации с помощью трубки образуются

пузырьки диаметром от 20 до 30 мм, всплывающие локально только в области ввода трубки. Можно применять инертный или реактивный газ. Реактивные газы (обычно хлор или смесь газов с хлором) более эффективны для удаления твёрдых частиц, но менее экологичны. При использовании дегазирующих препаратов в виде таблеток достигается глубокое рафинирование за счёт протекания адсорбционно-флотационных процессов и химического связывания растворенного водорода. Такие препараты снижают пористость, газосодержание, потери металла со шлаком, повышают пластические свойства металла и одновременно оказывают модифицирующее действие.

### *Библиографический список*

1. **Гиль Д.Н., Малиновский Л.Н.** СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТОЧНОГО ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ: "Инженер-механик" № 3(16) 2002 г.
2. **Леушин И.О.** К вопросу о дегазации свинцовой литейной латуни марки ЛЦ40СД Леушин, И.О., Грачёв А.Н., Маслов К.А., Леушина Л.И., Моисеев Д.О// Заготовительные производства в машиностроении учредители: ООО "Издательство "Инновационное Машиностроение"

УДК 620

ЩЕКЛЕИНА В. А., КОРШУНОВ И. Р.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ABS – ПЛАСТИКА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ МЕТОДОМ 3 D – ПЕЧАТИ**

Выксунский филиал Национального Исследовательского Технологического Университета  
«МИСиС»

ABS-пластик - это ударопрочный и термопластичная смола. Данный материал отличается прочностью и жесткостью. Усадка – это свойство материала уменьшаться в объемных и линейных размерах при затвердевании.

Одна из *основных проблем* при печати на 3D-принтере – является усадка ABS - пластика. Внутренние и наружные линейные размеры отличаются от тех размеров, с которыми была построена модель (деталь)[1,2].

Для надежного прилипания первого слоя следует использовать подогрев стола 80 °С. Температура экструдера для ABS составляет 210°С — 240°С. Чтобы проводить работы на холодном столе, необходимо его смазать специальной суспензией из ABS или ацетоном. Можно выполнять поддержки как из пластмассы, так и из дополнительных материалов. Выбор зависит от марки используемого оборудования. Усадка ABS колеблется от 0.4 до 2.0% в зависимости от марки. Усадка полистирола (PS) от 0.4 до 0.8% [3].

Чтобы удалить опорные элементы, необходимы кусачки или ножницы. Данная работа требует кропотливости и внимательности, а также осторожности, так как при резком движении можно удалить не тот элемент. Чтобы качественно сгладить ABS-пластик, можно использовать ацетон. Для этого необходимо приготовить пластиковый контейнер и застелить его поверхность салфетками. Ацетон нужно наливать небольшим количеством, чтобы он мог впитываться в нижний слой салфетки[4].

В работе рассмотрены достоинства и недостатки материала. К главным достоинствам материала стоит отнести: возможность плавить его и охлаждать без изменения его свойств; высокие механические свойства. К минусам стоит отнести: неэкологичность продукции; гигроскопичность и возможность проникания влаги в поры.

Исследования параметров материала проводили на 3D-принтере, используемое в ВФ НИТУ МИСиС: FlashForge Adventurer 4 и Bison 2. Для выбора принтера провели анализ ха-

рактеристик принтеров. Для создания деталей используется программа «Компас-3D». В «Компас-3D» создаём модель, сохраняем её. Загружаем файл с моделью в программу «Cura 3D», после задаем параметры высоты и площади. Также настраиваем температуру стола, экструдера, скорость печати и область печати.

В ходе проделанного исследования рассмотрели создание детали, характеристики, преимущества и недостатки материала. Определили зависимость усадки от высоты заготовки в диапазонах от 0,01-0,8%, а также влияние заполнения образца при 3D печати на относительное укорочение.

### *Библиографический список*

1. **Рэдвуд Б., Шофер Ф., Гаррэт Б.** 3D-печать. Практическое руководство / пер. с англ. М. А. Райтмана. – М.: ДМК. Пресс, 2020. – 220 с.
2. **Шкуро, А.Е.** Технологии и материалы 3D-печати [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Е. Шкуро, П.С. Кривоногов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017.
3. <https://3dtoday.ru/blogs/sergey-engineer/usadka-plastika-pri-3d-pecati>
4. <https://easy3dprint.com.ua/usadka-abs-plastika/>



## **СЕКЦИЯ 7**

---

# **ФИЗИКА ЯДЕРНЫХ И ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ, ТЕХНОЛОГИИ УСТАНОВОК**

---

### **Подсекция 7.1**

---

#### **Ядерная энергетика**

---

УДК 621.331.22

АГАПОНОВ В.А., НИКОЛАЕВ Д.С., ГРИГОРЬЕВ М.А., НЕЧУНЕЕВ Д.С.,  
МАЛЫГИН Д.С., СУГЛИЦКАЯ Л.М., КУРИЦИН Д.Д., ЯКОВЛЕВ Р.В., ПЕТУНИН М.А.

#### **АТОМНАЯ СТАНЦИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С УСТАНОВКОЙ РИТМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Атомная станция теплоснабжения – это энергетический объект, который использует ядерное топливо для производства тепловой энергии. Эта энергия передается на тепловую сеть, которая обеспечивает отопление и горячее водоснабжение населенных пунктов или промышленных объектов.

Такие станции имеют несколько преимуществ перед традиционными источниками тепловой энергии – станциями, работающими на органическом топливе. Во-первых, они способны обладать высокой эффективностью производства тепла, и следовательно, снизить затраты на производство тепла. Во-вторых, они не испускают в атмосферу углекислый газ и другие вредные вещества, которые могут нанести ущерб окружающей среде. В-третьих, такие станции могут работать на протяжении длительного времени без необходимости перезаправки ядерного топлива.

В качестве энергетической установки для производства теплоэнергии предлагается использовать перспективную атомную установку РИТМ.

РИТМ – российская технология модульных реакторов, которая использует маломощные ядерные установки в качестве источника энергии. Ее преимуществами является:

1. **Безопасность.** Установки РИТМ имеют высокий уровень безопасности благодаря специальным системам защиты и контроля, которые минимизируют риск аварий и сбоев в работе реактора.
2. **Экологичность.** Работа установок РИТМ позволяет сократить выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу, что является незаменимой мерой для борьбы с изменением климата.
3. **Экономичность.** Устанавливая модульные атомные установки РИТМ, можно получить дешевую и эффективную энергию, что поможет экономическому развитию регионов.
4. **Надежность.** Установки РИТМ имеют долгий срок службы и требуют минимального количества технического обслуживания.

5. Независимость. Установки РИТМ могут быть использованы в регионах, где нет связи с основными энергетическими сетями, что позволяет обеспечить энергией эти территории.

Поэтому рассмотрение ядерной установки РИТМ в составе атомной станции теплоснабжения является приоритетным, так как это эффективный и экологически чистый способ генерации тепла. В отличие от традиционных источников энергии, например угля или нефти, РИТМ не выделяет вредных газов в атмосферу и не загрязняет окружающую среду.

- 
1. **Пахомов Ю.К., Полуничев В.И., Вешняков К.Б., Кабин С.В.** Реакторная установка РИТМ-200 нового поколения для перспективного атомного ледокола // Атом. энергия. – 2020. – Т.113, вып. 6. – С.323-328.

УДК 621.311.25

АЛЕКСИН Ю.А.

## **ПОВЫШЕНИЕ МОЩНОСТИ АЭС С РЕАКТОРАМИ ВВЭР ДО 110% ОТ НОМИНАЛЬНОЙ**

Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина

В свете растущей экономики и увеличивающегося потребления электроэнергии, многие страны сталкиваются с необходимостью увеличения мощности своих АЭС. Повышение мощности АЭС до 110% от номинальной может являться одним из решений данной проблемы.

Основными преимуществами работы АЭС на мощности в 110% от номинальной являются большая мощность и выработка электроэнергии, улучшение показателей работы станции, возможное перенесение расширения мощностей, лучшее понимание запасов безопасности и потенциальная возможность официального повышения мощности. Тем не менее, все это должно быть сбалансировано с техническими рисками эксплуатации на более высокой мощности.

Однако перед реализацией данного проекта, необходимо учитывать ряд факторов, таких как технические и экономические аспекты, а также меры безопасности. Увеличение мощности АЭС до 110% от номинальной требует соответствующих изменений и модернизации уже существующих систем и компонентов АЭС, таких как система охлаждения, топливной загрузки, система управления и контроля и др.

В рамках проекта модернизации на Балаковской АЭС была введена новая система безопасности, которая включает в себя активные и пассивные системы безопасности. Новая система включает в себя такие компоненты, как систему реакторной защиты, систему управления и контроля, систему аварийного охлаждения и другие. Были установлены новые приборы и оборудование, такие как системы контроля температуры, давления и уровня, которые обеспечивают более точное и надежное управление реактором.

Также были проведены работы по модернизации топливной загрузки и системы охлаждения реактора. Были установлены новые теплообменники, улучшены системы охлаждения, установлены новые системы контроля и управления температурой. Кроме того, была проведена модернизация системы управления энергоблоком, которая позволила более эффективно использовать генерируемую энергию и снизить потери энергии.

Также на Балаковской АЭС в ходе работ по повышению мощности до 110 % от номинальной были произведены работы по модернизации ЦВД турбины К-1000-60/1500.

В результате выполнения этих работ пропускная способность турбины, в том числе регулирующей ступени, достигла фактической производительности парогенераторов, а КПД ЦВД с модернизированными частями в свою очередь вырос на 2,9 %. Таким образом, удалось обеспечить работу энергоблока с мощностью реактора ВВЭР-1000 на уровне 3210 МВт. Учитывая повышение экономичности турбоагрегата, а именно получение оптимального теплоперепада по ступеням вследствие использования усовершенствованных профилей рабочих и направляющих лопаток, на Балаковской АЭС удалось достичь уровня электрической мощности одного блока порядка 1118 МВт (без учета отбора пара сверх регенерации и добавки в цикл химически очищенной воды).

Одним из наиболее важных аспектов при повышении мощности АЭС является безопасность. Необходимо проводить соответствующие исследования и анализы, чтобы убедиться в безопасности проекта и определить возможные риски. Повышение мощности АЭС до 110 % от номинальной может повысить риск аварий и нештатных ситуаций, поэтому необходимо соблюдать строгие меры безопасности и соблюдать все нормы и требования регуляторных органов.

В целом, повышение мощности АЭС до 110% от номинальной может быть эффективным решением для увеличения производства электроэнергии.

УДК 621.331.22

АЛЬЖЕВ Д.А., НИКОЛАЕВ Д.С., ГРИГОРЬЕВ М.А., НЕЧУНЕЕВ Д.С., МАЛЫГИН Д.С., СУГЛИЦКАЯ Л.М., КУРИЦИН Д.Д., ЯКОВЛЕВ Р.В., ПЕТУНИН М.А.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ МАЛОЙ МОЩНОСТИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Атомные станции малой мощности (АСММ) – это коммерческие энергетические установки, использующие ядерную энергию для производства электричества, обычно с мощностью менее 300 МВт. Они могут работать как на уране, так и на топливе на основе тория.

Применение атомных станций малой мощности в труднодоступных регионах России обеспечивает надежное и эффективное энергоснабжение населения и промышленности в условиях удаленности от центральных энергетических систем. В таких регионах, где отсутствует мощная инфраструктура, необходимо иметь источники энергии, которые обеспечат не только стабильность энергоснабжения, но и безопасность в эксплуатации. Перспективы развития атомных станций малой мощности, также известных как АСММ, весьма многообещающие. Такие станции обладают рядом преимуществ перед обычными атомными электростанциями (АЭС), например:

- 1) могут использоваться в удаленных или изолированных регионах, где нет доступа к электрической сети.
- 2) соответствуют новейшим требованиям безопасности, поскольку контролируются внутри пределов модуля и не подвергаются воздействию внешних факторов.
- 3) сокращение времени строительства, что позволяет развернуть установку гораздо быстрее. Также АСММ занимают меньше места, чем АЭС стандартного типа.
- 4) АСММ могут быть использованы для различных целей, например: электроснабжение населенных пунктов, производственные нужды, отопление, охлаждение и т.д.

Также преимуществом атомных станций малой мощности является более эффективное использование топлива, снижение выбросов парниковых газов в атмосферу, устойчивость к изменениям погоды и обеспечение электроэнергией в удаленных и труднодоступных районах.

С учетом изложенных преимуществ и стоящих перед обществом задач, связанных с экологическими и экономическими проблемами, можно предположить, что в будущем спрос на АСММ будет расти. Применение атомных станций в труднодоступных регионах России, таких как Сибирь и Дальний Восток, может значительно повысить экономический потенциал этих регионов, создавая возможности для расширения производства и развития новых промышленных направлений.

---

**Куликов, Д.Г., Пименов, А.О.** Вопросы и перспективы развития малой атомной генерации. Мировой и российский опыт. Сборник докладов V международной научно-технической конференции «Инновационные проекты и технологии ядерной энергетики (МНТК НИКИЭТ-2018)», 2-5 октября 2018 г. АО «НИКИЭТ», Москва, С.155-160.

УДК 621.039

ВОРОБЬЕВ И.В., ИВАНОВ В.П., НАЛЕПИН М.А., МАЦИН Н.В., СОБОРНОВ А.Е., РЯЗАПОВ Р.Р.

### **МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ФИЛЬТРА С ПРИМЕНЕНИЕМ CFD – КОДА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Характерной особенностью при эксплуатации водоохлаждаемых реакторных установок является загрязнение примесями теплоносителя. Значительную часть примесей составляют ферромагнитные соединения, основным источником которых являются коррозионные и эрозионные процессы в теплообменном оборудовании. Поскольку загрязнение теплоносителя крайне отрицательно влияет на надежность и долговечность циркуляционных контуров ЯЭУ, необходимо проведение расчетно-экспериментальных исследований, направленных на повышение эффективности и технико-экономических показателей очистных установок. Анализ существующих методов очистки показывает, что взаимное влияние магнитного и гидродинамического эффектов способствует высокой очистной способности, но требует подбора оптимальной геометрии проточной части фильтрующих устройств что и актуализирует тему работы.

Научным коллективом лаборатории «Парогенерирующие системы» НГТУ им. Р.Е. Алексеева разработан рабочий прототип циклонного магнитогидродинамического фильтра с использованием постоянных магнитов. Основным преимуществом фильтра является наличие застойных областей. Закрутка потока в указанном решении используется для того, чтобы направить примеси в застойные области, а также увеличить время нахождения в магнитном поле [1]. Проведены экспериментальное исследование и численное моделирование по итогам которых получено значение фильтрующей способности. Эксплуатационные параметры составляли  $P = 3$  атм,  $t = 40$  °С.

На основе результатов проведенного исследования было принято решение о модификации фильтра путем расширения диапазона рабочих параметров. Это позволит использовать данную разработку в рабочих средах с параметрами  $P = 5$  атм,  $t = 100$  °С.

Модификация фильтра осуществляется путем замены сплава неодимового магнита на более устойчивый в отношении изменений его магнитных свойств при высоких температурах и путем изменения геометрических характеристик проточной части для увеличения пропускной способности. Для нового прототипа было принято решение использовать магнит из сплава N42SH. Поскольку меняется размер и материал магнитной системы, то одним из этапов модернизации являлся выбор оптимальной высоты магнита и геометрии модифицированного корпуса фильтра при помощи CFD – моделирования в программе Ansys Fluent. В качестве модели турбулентности была выбрана модель напряжений Рейнольдса: *Reynolds stress model (RSM)*. При данном подходе турбулентные напряжения в потоке имеют нелинейную связь с компонентами скорости, что позволяет получить более точное распределение скорости. Для пространственной дискретизации расчетной области применялась преимущественно однородная гексаэдрическая расчетная сетка, состоящая из 17,7 млн элементов. Данный цикл работ также включает в себя модернизацию входного участка, с целью снижения закрученности потока. На данный момент разрабатывается конструкция фильтра, а также проводится монтаж экспериментальной установки, представляющей собой замкнутый контур с принудительной циркуляцией.

---

Патент на полезную модель № 197879 U1 Российская Федерация, МПК В01D 35/06, В03С 1/02. Магнито-гидродинамический фильтр : № 2020109882 : заявл. 06.03.2020 : опубл. 03.06.2020 / С. М. Дмитриев, М. В. Треушников, А. Е. Соборнов [и др.] ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева" (НГТУ). – EDN В1R4УН.

УДК 621.039

ВОРОБЬЕВА В.А., ЦВЕТКОВА И.А., КОЧЕТКОВА Т.М., САТАЕВ А.А.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕМНОГО РАСХОДА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ПРИ ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ**

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева

Важную роль в природе и технике играют процессы переноса тепла и массы. Среди них заметное место занимает естественная циркуляция. Однако системы естественной циркуляции имеют ряд проблем, одной из которых является сложность в измерении расхода теплоносителя. Существует несколько способов определения данного параметра.

Рассмотрим механизм работы тахометрического метода: рабочее тело (турбинка) приводится во вращательное движение потоком жидкости. Количество оборотов пропорционально количеству воды, а скорость турбинки расходу.

Рассмотрим механизм работы вихревого метода (вихревой расходомер). Суть данного метода лежит в зависимости расхода от частоты колебания давления, возникающего в потоке в процессе вихреобразования.

Рассмотрим механизм работы электромагнитного метода. Принцип действия данного метода основан на взаимодействии движущейся жидкости с постоянным магнитным полем, а величина ЭДС прямо пропорциональна расходу.

Эти и другие методы не дают точных значений из-за получения очень малых расходов. Поэтому мы решили реализовать ультразвуковой способ измерения (рис.1). Данный метод

имеет ряд достоинств: высокая точность, широкий диапазон измерений, минимальные потери давления, а также энергонезависимость.

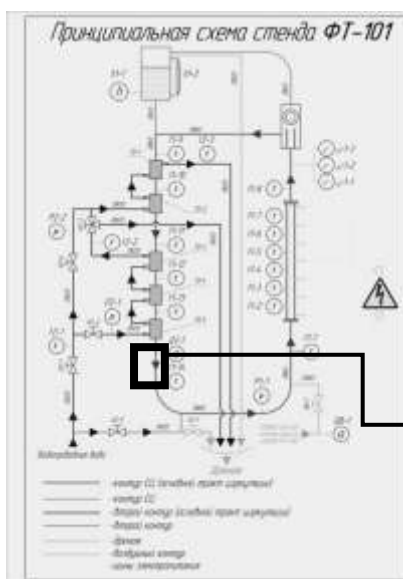


Рис. 1.

После ряда измерений с помощью реальной установки были получены экспериментальные значения, которые в дальнейшем были сопоставлены с теоретическими.

Таблица 1  
Результаты

Теоретический расход	Экспериментальный расход	Отклонение, %
0,23	0,36	34,2

Данное отклонение указывает на неточность экспериментальных данных, возникших вследствие того, что расчетная формула для определения расхода при естественной циркуляции не учитывает изменения скорости по всем участкам контура.

**Кремлевский П.П.** Расходомеры: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы «МАШГАЗ», 1963. Стр. 525-550.

УДК 621.039.009

СУГЛИЦКАЯ Л.М., КУРИЦИН Д.Д., МАЛЫГИН Д.С., ДЕМКИНА Т.Д.,  
НИКОЛАЕВ Д.С., ГРИГОРЬЕВ М.А., ПЕТУНИН М.А., ЯКОВЛЕВ Р.В., НЕЧУННОВ Д.С.

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ГРАДИРЕН В КОНТЕКСТЕ ТЕПЛОВЫХ ВЫБРОСОВ АЭС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Говоря о влиянии АЭС на окружающую среду, нельзя не упомянуть о тепловом загрязнении. Расчеты показывают [1], что плотность сбрасываемой с теплом энергии от средней АЭС достигает 1000 — 10000 Вт/м<sup>2</sup>, т. е. аналогична воздействию на атмосферу потоков тепла от лесных пожаров, вулканов и пожаров на нефтепромыслах.

Главным источником теплового загрязнения на АЭС являются теплообменные установки, связанные напрямую с естественной средой – градирни.

Мокрые градирни в настоящее время наиболее распространены. Они представляют собой открытые бассейны, заполненные водой, которая охлаждается путем испарения при контакте с воздухом. Главными преимуществами мокрых градирен будут являться: простота устройства и эксплуатации, высокий уровень охлаждения, низкая стоимость. Но существуют также и значимые недостатки мокрых градирен, к которым относят: высокая вероятность заполнения водой в помещениях из-за испарения воды; потребность в больших площадях для установки, длительное время строительства (по отношению к сухим) и значительные тепловые выбросы в атмосферу.

В настоящее время достаточно хорошо изучены и освоены башенные «сухие» градирни, в которых техническая вода охлаждается воздухом за счёт естественной тяги, и вентиляторные «сухие» градирни, в которых воздух для охлаждения воды в радиаторных теплообменниках (дельтах) принудительно прокачивается вентиляторами.

Преимуществами сухих градирен является: снижение риска загрязнения воздуха, так как вода не испаряется в окружающую среду; требуют меньше пространства в сравнении с мокрыми градирнями. Недостатки сухих градирен: низкий уровень охлаждения, поскольку воздушный поток не может эффективно охладить воду; высокая стоимость; снижение КПД нетто.

Длительный срок службы АЭС и усугубление экологических проблем уже в ближайшей перспективе обусловят необходимость отказа от применения испарительного охлаждения технической воды на АЭС, как когда-то отказались от прямоточного охлаждения конденсаторов водой из рек и озер. Для борьбы с тепловыми выбросами предлагается использовать сухие градирни.

С точки зрения теплового загрязнения, сухие градирни оказываются более эффективными решениями, поскольку воздушный поток, проходящий через трубы, не добавляет дополнительного тепла в воду, как это происходит при использовании мокрых градирен. С другой стороны, сухие градирни потребляют большие объемы электроэнергии для работы вентиляторов и насосов для подачи воздуха и создания воздушного потока, что приводит к высоким затратам на эксплуатацию.

Таким образом, сравнение сухих и мокрых градирен с точки зрения теплового загрязнения может зависеть от ряда факторов, включая конкретные условия, в которых они используются, местные законодательные и экологические требования, а также доступность и стоимость энергоресурсов.

---

**Легасов, В.А., Кузьмин, И.И., Черноплеков, А.Н.** Влияние энергетики на климат. Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана. 1984.20. № 11, с. 1089–1103.

УДК 621.039

ГРОМОВА П. Е., ОЖИГИН Д. А., ПОЛУНИЧЕВ В. И.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АКТИВНЫХ ЗОН ОТЕЧЕСТВЕННЫХ АТОМНЫХ СУДОВ И АСММ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Научный, конструкторский и производственно-технологический опыт, накопленный при создании нескольких поколений реакторных установок, является необходимой основой для современного перспективного направления отечественной атомной энергетики –

создание атомных станций малой мощности (АСММ). Такие станции способны обеспечить необходимой тепловой и электрической энергией удаленные территории с неразвитой инфраструктурой, а также обеспечить перспективы развития бизнеса и удовлетворение потребностей при добыче полезных ископаемых. АСММ также обладают экспортным потенциалом. На основе опыта создания и совершенствования судовых реакторов в АО «ОКБМ Африкантов» разработан ряд проектов реакторных установок для автономных атомных энергоисточников малой мощности: АБВ, РИТМ-200, КЛТ-40С, РИТМ-200М, в качестве прототипов которых являлись такие установки, как КЛТ-40, ОК-900А. Каждая реакторная установка обладает характеристиками, которые приведены в табл. 1.

**Таблица 1**

**Сравнительные характеристики активных зон отечественных атомных судов и АСММ**

Параметр	Реакторная установка					
	АБВ	РИТМ-200	КЛТ-40С	РИТМ-200М	КЛТ-40	ОК-900А
Тепловая мощность, МВт	45	175	150	175	135	171
Среднее обогащение топлива, %	16,5	19,6	17,4	17,5	90	40,6
Число ТВС, шт	121	199	121	199	241	241
Шаг решетки ТВС, см	10	10	10	10	7,2	7,2
Диаметр активной зоны, м	1,155	1,650	1,155	1,48	1,155	1,155
Высота активной зоны, м	1,30	1,55	1,30	1,65	1,0	1,0
Кампания активной зоны, лет	8	6	2,51	4,57	1,58	1,35

В результате совершенствования реакторных установок, удалось значительно увеличить кампанию реактора и, как следствие, повысить их экономическую эффективность.

**Библиографический список**

- 1. В.А. Наумов, С.А. Гусак, А.В. Наумов** Атомные станции малой мощности для энергоснабжения арктических регионов: оценка радиоактивности отработавшего ядерного топлива // Известия вузов. – 2018. – № 1. – С. 75-86.
- 2. Петрунин В.В.** Реакторные установки для атомных станций малой мощности // Вестник Российской академии наук. – 2021. – Т.91. – № 6. – С. 528-540.



РЯЗАПОВ Р.Р., СОБОРНОВ А.Е., КОТИН А.В., МАЦИН Н.В., СРЕДНЕВА М.А.,  
ГУЩИНА Ю.С.

## РАСЧЕТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО СМЕШЕНИЯ ПОТОКОВ В ТРОЙНИКОВОМ УЗЛЕ ТИПА «ВСТРЕЧНЫЙ ВПРЫСК» С ПРИМЕНЕНИЕМ РАСЧЕТНОГО КОДА ЛОГОС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При создании современных высокотехнологичных узлов оборудования ЯЭУ, в которых происходят сложные, нестационарные физические процессы, зачастую невозможно обойтись без использования численных методов расчета. В виду необходимости импортозамещения актуальным является проведение расчетов в отечественном программном комплексе Логос, в котором реализованы алгоритмы для решения задач вычислительной аэро-гидродинамики, теплообмена, статической, динамической и вибрационной прочности. Однако проведение расчетного обоснования безопасности конструкций ЯЭУ зачастую требует экспериментального подтверждения истинности получаемых результатов расчетов. Особое место при этом занимают процессы нестационарного тепло и массообмена в тройниковых соединениях различного типа, вследствие своей сложности и недостаточной изученности.

Для валидации численного решения задачи неизотермического смешения потоков однофазной несжимаемой жидкости в НГТУ им. Р.Е. Алексеева создан учебно-исследовательский стенд. Исследуемая модель, представляющая собой тройниковый узел типа «встречный впрыск» [1], создана из оргстекла для возможности визуального наблюдения за процессом вихреобразования в характерных зонах. Гидродинамика смешиваемых в модели потоков предопределяет возникновение температурных пульсаций в зоне смешения «горячего» и «холодного» потоков. Характеристики температурного поля получены с помощью малоинерционных термопар типа ХА с диаметром чувствительной части 0,5 мм и, наряду с изображениями вихревых структур составляют валидационную базу расчетного исследования.

Расчетные исследования в программном комплексе Логос-Аэро-Гидро проведены в соответствии с условиями эксперимента для 6 режимов. В качестве граничных условий задавались: массовый расход «горячего» потока 0,671 кг/с; температура «горячего» потока 73°C; диапазон массового расхода «холодного» потока от  $9 \cdot 10^{-3}$  до  $1,7 \cdot 10^{-2}$  кг/с; температура «холодного» потока 23°C.

При разработке расчетной модели с целью уменьшения размерности задачи был принят ряд упрощений для минимизации количества узлов расчетной сетки. В качестве дискретной модели выбрана блочная-регулярная сетка с четырехугольными ячейками. Расчетная область содержит около 14,5 млн элементов. При решении уравнения Навье-Стокса используется метод моделирования крупных вихрей (LES), в то время как коротковолновая часть спектра турбулентных пульсаций моделируются с помощью модели подсеточной вязкости. Для стационарного расчета применена k- $\omega$  SST модель турбулентности, для нестационарного – модель Смагоринского.

В результате расчетного исследования выполнен сравнительный анализ расчетных и экспериментальных профилей усредненной температуры потока и интенсивности пульсаций температуры, а также величин статического давления в характерных точках модели. Проведен спектрально-корреляционный анализ результатов расчета и эксперимента.

---

**Рязанов Р.Р., Соборнов А.Е., Дмитриев С.М., Мацин Н.В., Котин А.В.**  
Экспериментальное исследование процессов неизотермического смешения встречных

УДК 621.039

ЕРМОЛЕНКО Е.Д.,<sup>1</sup> ШАРОВ А.А.<sup>2</sup>, АНДРЕЕВ В.В.<sup>1</sup>

## **ДЕНДРОРАДИОГРАФИЯ ДЛЯ РЕТРОСПЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ РАДИОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕГО НОВГОРОДА**

<sup>1</sup> Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

<sup>2</sup> ИП, сертифицированный специалист по уходу за деревьями European Tree Worker (ETW)

С течением времени экологических проблем у человечества становится все больше. Это связано с последствиями техногенных воздействий на окружающую среду. Для лучшего понимания этих процессов очень важно определение тенденций, характеризующих изменение биоты с течением времени. Эту задачу можно решить посредством внедрения радиографических методов. Один из таких методов – дендрорадиография. Этот метод позволяет отслеживать радиоэкологическое состояние территории в течение интересующего временного промежутка, а также позволяет не только отслеживать изменения в окружающей среде, но и выявлять причинно-следственные связи этих изменений.

Целью представленного исследования является отработка метода дендрорадиографии для анализа радиоэкологической ситуации на территории Нижнего Новгорода.

Дендрорадиография – метод, применяющийся для оценки экологического состояния территории, для прослеживания изменений концентрации радионуклидов в окружающей среде по годичным кольцам деревьев, вызванных аварийными ситуациями, проведением ядерных испытаний и утечками на предприятиях ЯТЦ [1]. В качестве объекта исследования используются ретроспективные материалы. Под понятием ретроспективности подразумевается последовательное формирование биологического объекта путём образования новых наслоений на нем (при этом, промежуток времени за который формируется каждое наслоение одинаков). Важно также отметить то, что материал не должен быть быстроразлагающимся, в противном случае не удастся получить данные о тенденциях в изменении радиоэкологической ситуации в течение длительного времени.

Для отработки метода дендрорадиографии был отобран образец древесины ясеня, растущего на территории Нижнего Новгорода. Для минимизации ущерба окружающей среде отбор образца производился с использованием приростного бурава. Этот инструмент, позволяет изъять из ствола дерева цилиндрический образец древесины (кern). После изъятия на образце остаются неровности, наличие которых препятствует определению расположения годичных колец. Неровности удаляются с поверхности kernа путем шлифования. После чего kern оборачивается лавсановой пленкой, на которую предварительно нанесены засечки, соответствующие расположению годичных колец на исследуемом образце. Далее полученный «сэндвич» помещается в поле тепловых нейтронов, где подвергается облучению. После облучения пленка подвергается химическому травлению: выдерживается в 40% растворе КОН при постоянной температуре 60 °С в течении часа. Химическое травление делает возможным наблюдение треков осколков деления, прошедших через детектор, в микроскоп. Следующим этапом является подсчет среднего количества треков на участках пленки, соответствующих годичным кольцам дерева. Полученные результаты позволяют сделать выводы о действенности исследуемого метода и о радиоэкологической ситуации на территории Нижнего Новгорода. В дальнейшем планируется модернизация исследуемого метода и поиск новых материалов, способных выполнять функции трековых детекторов.

---

Л. П. Рихванов и др. Дендрорадиография как метод оценки ретроспективной радиоэкологической ситуации. / Т. А. Архангельская, Ю. Л. Замятина - Издательство Томского политехнического университета 2015. – 148 с.

УДК 621.039

ЗЫРЯНОВА Т.К., БОКОВА Т.А., МАРОВ А.Р., ВОЛКОВ Н.С., СУМИН Р.В.,  
ПОГОРЕЛОВ М.Д.

## **ВЫБОР РАСХОДОМЕРНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫХ ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Одним из важнейших приборов контроля для стан­дов и установок с ТЖМТ являются расходомерные устройства. Применение таких устройств в расплавах тяжёлых жидкометаллических теплоносителей накладывает определённые требования благодаря специфическим свойствам ТМЖТ – высокие температуры (до 600°С), агрессивные физико-химические особенности теплоносителей, несмачиваемость поверхности конструкционных материалов, высокая плотность и др. Проведение экспериментальных, опытно-конструкторских, сдаточных испытаний невозможно без применения специализированных устройств контроля, поддержания и задания требуемых техническим заданием работ параметров.

Как правило, конструктивные особенности стан­дов и установок с ТЖМТ позволяют применять только расходомерные устройства с переменным перепадом давления. К данному типу относятся расходомеры с диафрагмой, расходомеры в виде сопла или сопла Вентури. Остальные виды расходомеров, такие как электромагнитные, кориолисовы, объёмные и т.п. могут быть использованы в сдаточных стан­дах ввиду больших диаметров трубопроводов, больших значений температур и расходов.

Одним из применяемых методов измерения расхода свинцового теплоносителя является использование диафрагмы местного сужения потока. Метод основан на создании при помощи диафрагмы местного сужения потока, часть потенциальной энергии которого переходит в кинетическую энергию. Средняя скорость потока, в месте его сужения повышается, а статическое давление становится менее статического давления до диафрагмы. Разность давления (перепад давления) тем больше, чем больше расход среды, и, следовательно, она может служить мерой расхода.

Метод измерения расхода свинцового теплоносителя с простым соплом основан на создании при помощи сопла местного сужения потока, часть потенциальной энергии которого переходит в кинетическую энергию. Средняя скорость потока, в месте его сужения повышается, а статическое давление становится менее статического давления до сопла. Разность давления (перепад давления) тем больше, чем больше расход среды, и, следовательно, она может служить мерой расхода.

Метод измерения расхода свинцового теплоносителя с трубой Вентури основан на создании при помощи сопла местного сужения потока, часть потенциальной энергии которого переходит в кинетическую энергию. Средняя скорость потока в месте его сужения повышается, а статическое давление становится менее статического давления до трубы Вентури. Разность давления (перепад давления) тем больше, чем больше расход среды, и, следовательно, она может служить мерой расхода.

Все указанные средства измерения расхода просты в монтаже и эксплуатации, а также могут применяться в широком диапазоне чисел Re.

### *Библиографический список*

1. **А.В. Безносков, Ю.Г. Драгунов, В.И. Рачков** Тяжелые жидкометаллические теплоносители в атомной энергетике/ - М.: ИздАТ, 2007. – с.434;
2. **Безносков А.В., Бокова Т.А.** Оборудование энергетических контуров с тяжелыми жидкометаллическими теплоносителями в атомной энергетике / НГТУ. – Н. Новгород: Литера, 2012. – с. 536.

УДК 621.039

ИВАНОВ В.П., ВОРОБЬЕВ И.В., МАЦИН Н.В., НАЛЕПИН М.А., РЯЗАПОВ Р.Р., СОБОРНОВ А.Е.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ГИДРОВЫГРУЗКИ МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ СИСТЕМ ВОДОПОДГОТОВКИ ЯЭУ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В процессе эксплуатации ЯЭУ рабочие среды подвержены загрязнению примесями из различных источников. Состав примесей крайне разнообразен, но зачастую в качестве доминирующей фракции выступают частицы железа и его соединений [1]. Решение проблемы поддержания требуемой степени чистоты рабочих сред, участвующих в технологическом процессе, возможно с применением магнитогидродинамического фильтра [2,3], разработанного научной группой лаборатории «Парогенерирующие системы» в НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Опыт применения магнитных фильтров в составе систем водоподготовки водоохлаждаемых РУ выявил существенные затруднения с гидровыгрузкой фильтрующих аппаратов. Таким образом, внедрение разработанного фильтра в системы водоподготовки связано с обеспечением эффективного и экономичного способа его регенерации, что актуализирует тему данной работы.

В рассматриваемом прототипе магнитогидродинамического фильтра, использующего в своем составе постоянные магниты, регенерация осуществляется путем извлечения магнитной системы, разгерметизации корпуса фильтра с последующей промывкой водой под давлением с возможным использованием химических растворов. Такой способ регенерации является неприемлемым по соображениям трудоемкости и безопасности (регенерация в условиях наведенной радиоактивности отфильтрованной примеси). Настоящее исследование посвящено выбору наиболее оптимальных конструктивных решений, исключающих разгерметизацию корпуса фильтрующего устройства при регенерации.

В работе представлена расчетная оценка очистки проточной части фильтра с применением насадков различной геометрии (цилиндрический, конический и тангенциальный). В результате численного моделирования процесса гидровыгрузки магнитогидродинамического фильтра, проведенного в расчетном CFD-коде Ansys Fluent, получены поля скорости, величины гидравлических сопротивлений, выявлены траектории движения частиц и выбрана оптимальная конструкция с наиболее высоким показателем эффективности гидровыгрузки.

### *Библиографический список*

1. **А.А. Сандуляк.** Совершенствование режимов и систем магнитной очистки технологических сред для предупреждения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации энергетического оборудования // Москва, 2005;

2. **М.В. Треушников и др.** Расчетно-экспериментальное исследование магнитных фильтров на постоянных магнитах применительно к контурам водо-водяных РУ // Труды НГТУ. – 2020 – № 1;
3. **С.М. Дмитриев и др.** Магнито-гидродинамический фильтр // патент на полезную модель №197879. Заявка № 2020109882/05(016349) от 06.03.2020.

УДК 532.542

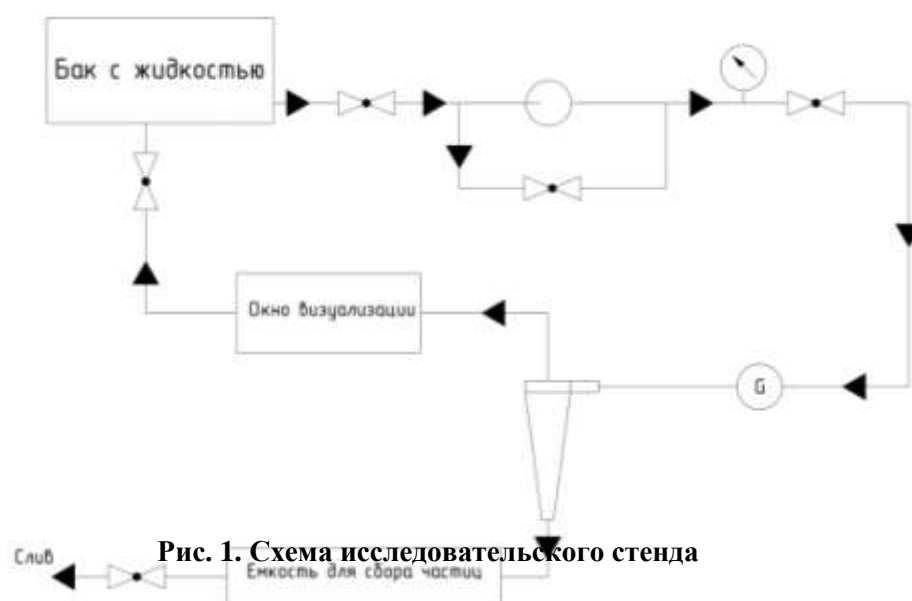
ИВАНОВ Н. А., САТАЕВ А. А.

## РАСЧЕТНОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФИЛЬТРАЦИИ В АППАРАТЕ ЦИКЛОННОГО ТИПА.

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Вода является ценным ресурсом в атомной и тепловой энергетике. Она используется в различных технологических процессах, таких как охлаждение, нагрев, очистка, смешивание, транспортировка и другие. Качество воды влияет на эффективность и безопасность этих процессов, а также на состояние оборудования и окружающей среды. Поэтому водоподготовка является важной и ответственной задачей для обеспечения надежной и экономичной работы промышленных предприятий.

В ходе работы был исследован гидроциклон «ПВО-ГЦТО-25-П» [1]. Расчетная часть исследования была проведена с помощью прикладного пакета вычислительной гидродинамики Solidworks Flow Simulation, а экспериментальная часть работы была проведена на стенде. Стенд состоит из нескольких основных элементов: бака запаса жидкости, аппарата фильтрации и насоса для создания циркуляции жидкости из бака в аппарат фильтрации и обратно.



**Рис. 1. Схема исследовательского стенда**

В ходе расчетного исследования для частиц песка с диаметром в пределах 50-100 микрон получены следующие результаты очистки (от 38 до 100%).

В результате практического эксперимента, при кратности циркуляции 14 смеси (песок-вода с исходной концентрацией песка 2 г/л) через фильтрующий аппарат. В результате степень очистки жидкости составила 19%.

Погрешности расчетного и экспериментального моделирования объясняются:  
-неточностью методов вычислительной гидродинамики.  
-неточностью при измерении количества частиц в ходе практического эксперимента и несовершенством самого метода измерения.

---

ГОСТ 10718-81 Гидроциклоны технические условия

УДК 532

ИГНАТЬЕВ В.Н., КУЗНЕЦОВ А.Е., БЕЛОВ С.Б., ФАРАКШИН М.Р., КРЮКОВ А.Н.

### **ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК АКТИВНОЙ ЗОНЫ РЕАКТОРА БН-800 В ПЕРЕХОДНЫЙ ПЕРИОД ОТ ГИБРИДНОЙ АКТИВНОЙ ЗОНЫ К ПОЛНОЙ ЗАГРУЗКЕ МОКС-ТОПЛИВОМ И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ**

АО «ОКБМ Африкантов»

Одним из направлений развития современной атомной энергетики является реализация концепции замкнутого топливного цикла, одну из ключевых ролей в которой играют реакторы на быстрых нейтронах.

Реактор БН-800 является первым реактором, спроектированным исходя из использования в нем смешанного уран-плутониевого топлива, которое может быть изготовлено в т.ч. на основе плутония, извлекаемого из ОЯТ энергетических реакторов.

В связи с неготовностью производства МОКС-топлива к моменту пуска энергоблока, на начальном этапе (около пяти лет) реактор БН-800 эксплуатировался с «гибридной» активной зоной, в состав которой входили преимущественно ТВС с таблеточным урановым оксидным топливом и небольшое количество ТВС с МОКС-топливом (таблеточным и виброуплотненным) с опытных производств [1].

Компоновка гибридной активной зоны выбиралась из условия обеспечения наилучших характеристик активной зоны в процессе перехода к активной зоне с полной загрузкой МОКС-топливом.

Переход к эксплуатации реактора с активной зоной с полной загрузкой МОКС-топливом был осуществлен в процессе трех последовательных перегрузок посредством поэтапной замены отработавших ТВС с урановым топливом на ТВС с МОКС-топливом.

Переходный период характеризовался поэтапным повышением плотности нейтронного потока в активной зоне по отношению к гибридной активной зоне. Уровень нейтронного потока в активной зоне с полной загрузкой МОКС – топливом примерно на 19% выше, чем в гибридной активной зоне. Однако, повышения тепловых нагрузок твэлов ТВС гибридной зоны, эксплуатируемых в переходный период не происходит, вследствие снижения содержания делящихся изотопов в них по мере выгорания топлива [2].

К началу 11 микрокампании реактора БН-800 топливная загрузка активной зоны была на 93% сформирована из ТВС на основе МОКС-топлива. Облучение оставшихся урановых ТВС обусловлено необходимостью полной выработки ресурса частью периферийных ТВС с увеличенной кампанией, а также необходимостью выработки ТВС из состава комплекта запасных сборок гибридной активной зоны.

11 микрокампания реактора БН-800 началась 4 сентября 2022 года и завершилась 16 февраля 2023 г. Параметры эксплуатации сборок активной зоны, как в переходном периоде,

так и после формирования активной зоны практически с полной загрузкой МОКС-топливом находились в рамках установленных проектной документацией эксплуатационных пределов. Ограничение мощности реактора не потребовалось.

### *Библиографический список*

1. **Гаврилов П.М., Меркулов И.А., Кравченко И.А., Друзь Д.В.** Создание производства МОКС-топлива на ФГУП ФЯО «ГХК» // Сборник тезисов докладов научно-технической конференции НТК-2014 «Ядерное топливо нового поколения для АЭС». Москва, 2014г., с. 59.
2. **Белов С.Б., Васильев Б.А., Фарахин М.Р., Кузнецов А.Е., Мумренков Е.А.** Особенности активной зоны БН-800 в период перехода на полную загрузку МОКС-топливом // Труды конференции FR-22, Пекин, 25-28 марта 2022 г.

УДК 532

КАБИРОВ Б. М., АНОШКИН Ю. И.

## **АТОМНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ПЕРЕМЕННОЙ МОЩНОСТИ. АККУМУЛЯТОРЫ ТЕПЛА КАК ОРГАНЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ СУДОВЫХ ЯЭУ**

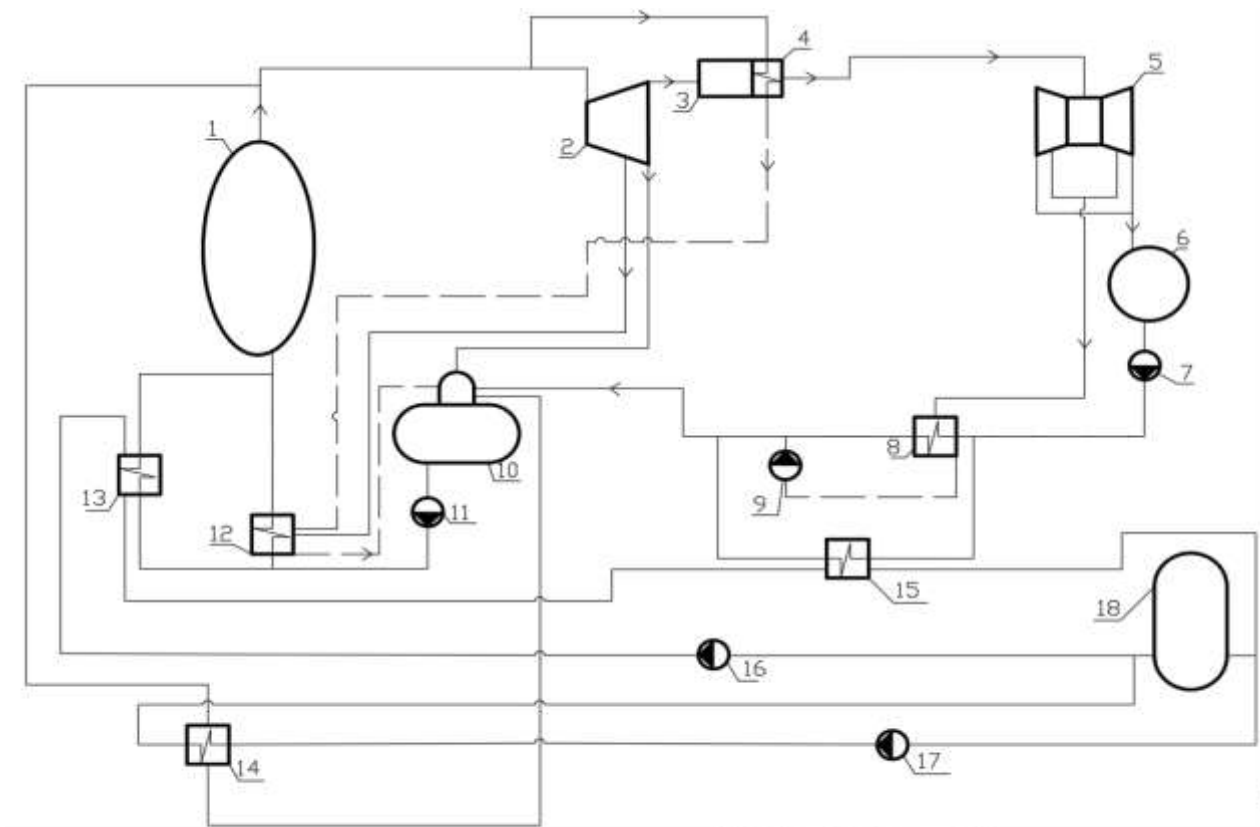
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Выработка электрической энергии непосредственно связана с ее потреблением. Существуют способы ее запаса, но они реализуемы только при малом количестве энергии. Поэтому все выработанное электричество должно быть использовано в момент выработки, иначе это может привести к повышению частоты или напряжения в энергосети, что может негативно сказаться на потребителях. Атомные электростанции изначально создавались для базисного режима работы. Это экономически оправдано большим капиталовложением. Однако использование ядерных реакторов на судовых установках, требуют развития увеличения диапазонов регулирования мощности. Атомный реактор вырабатывает огромное количество электроэнергии, но она не всегда может быть необходима. При этом снижение мощности вырабатываемой энергии негативно сказывается на технико-физических свойствах энергетической установки.

На данный момент существует несколько основных способов регулирования мощности, это: вывод борной кислоты, системы управления и защиты, выгорающие поглотители и температурный эффект. Но данные способы регулирования нацелены, либо на поддержание заданной мощности, как выгорающие поглотители, либо имеют ряд негативных эффектов, таких как отравление активной зоны, не эффективное использование разделившихся нейтронов, термоциклические нагрузки.

Таким образом, мы можем прийти к выводу, что нам необходимо новое техническое решение, которым могут стать аккумуляторы тепла.

Аккумулятором тепла называется устройство или совокупность устройств, обеспечивающее обратимые процессы накопления, хранения и выработки тепловой энергии в соответствии с требованиями потребителя. Процессы аккумуляции тепла происходят путем изменения физических параметров теплоаккумулирующего материала и за счет использования энергии связи атомов и молекул веществ.



**Рис. 1. Схема аккумулятора тепла**

На рис. 1 обозначено: 1 – парогенератор, 2 – цилиндр высокого давления турбины, 3 – сепаратор, 4 – пароперегреватель, 5 – цилиндр низкого давления турбины, 6 – конденсатор, 7 – конденсатный насос, 8 – подогреватель низкого давления, 9 – сливной насос, 10 – деаэрактор, 11 – питательный насос, 12 – подогреватель высокого давления, 13 – теплообменник разрядки высокого давления, 14 – теплообменник зарядки аккумулятора тепла, 15 – теплообменник разрядки низкого давления, 16 – насос разрядки аккумулятора тепла, 17 – насос зарядки аккумулятора тепла, 18 – аккумулятор тепла.

Главной идеей внедрения данного технического решения является то, что тепловая мощность атомного реактора остается постоянной. При этом вводится дополнительный потребитель тепла. В момент необходимости снижения электрической мощности ядерного реактора, лишний пар отправляется на зарядку аккумулятора тепла. А в моменты пикового энергопотребления происходит его разрядка.

В схеме, приведенной на рис. 1, снижение мощности происходит путем уменьшения расхода пара на турбину, при этом излишки пара отправляются на теплообменник зарядки аккумулятора тепла (14). Повышение мощности турбоагрегата возможно за счет отключения отборов на подогреватель низкого давления (8) и высокого давления (12), при этом подогрев питательной воды происходит за счет теплообменников разрядки (13, 15).

Таким образом, внедрение аккумуляторов тепла дает нам возможность регулировать мощность турбоагрегата и при этом не изменять мощность реактора, что позволяет избежать негативных эффектов.

### ***Библиографический список***

1. **Бажанов В. В.** Исследование работы АЭС с аккумуляторами тепловой энергии при регулировании мощности турбины в режиме разрядки / В. В. Бажанов, И. И. Лощаков. – СПб.: Энергетика, 2013. – С. 47 - 56.



2. **Саркисов А. А.** Инженерные основы теории и эксплуатации судовых ядерных реакторов / А. А. Саркисов, Л. Б. Гусев, Р. И. Калини. – М.: Издательский дом МЭИ, 2011 – С. 548.

УДК·543.522

КОКУРИНА Д.А., МАЛЫГИНА Д.А., СЕМЕНЕНКО А.Н., БАСОВ А.А.

## **АТОМНОЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ УДАЛЕННЫХ ПОСЕЛЕНИЙ**

Нижегородский технический университет им. Р.Е. Алексеева

В России в последние годы наблюдается усиление внимания к проблеме обеспечения населения теплом и энергией. Одним из возможных решений является использование атомной энергии для производства тепла.

Атомное теплоснабжение удаленных поселений — это один из способов обеспечения жителей отдаленных регионов теплом и энергией. Он основан на использовании ядерной энергии для производства тепла, которое затем передается через систему теплоснабжения в дома, промышленные предприятия, офисы и т.д.

Данный подход имеет свои преимущества и недостатки.

Среди преимуществ можно выделить высокую эффективность процесса ядерного деления, низкие эксплуатационные расходы и возможность обеспечения теплом больших территорий с минимальными потерями. Кроме того, атомная станция теплоснабжения позволит сократить эмиссии парниковых газов, так как атомная энергетика не относится к процессам, приводящим к выбросам углекислого газа в атмосферу.

Атомное теплоснабжение является более экологичным, нежели другие способы получения тепловой энергии, так как не требует большого количества топлива и не выбрасывает вредные вещества в атмосферу.

Однако, наряду с преимуществами, существуют опасности, связанные с использованием ядерной энергии. В случае аварии может произойти выброс радиоактивных веществ, что создаст угрозу для окружающей среды и здоровья населения. Кроме того, строительство требует больших инвестиций и времени.

Строительство атомной станции теплоснабжения в г. Кстово, Нижегородской области, было остановлено несколько лет назад. В связи с сложной на те годы ситуацией в стране и отсутствием финансирования, было принято решение об остановке строительства, а также заявлено, что строительство атомной станции теплоснабжения было экономически невыгодным проектом, который мог бы создать большие финансовые риски для инвесторов и государства.

Несмотря на остановку строительства, энергетический сектор России продолжает развиваться. В настоящее время государство сосредотачивает свои усилия на поддержке альтернативных источников энергии, а также на модернизации существующих энергетических систем.

В конечном итоге, это должно привести к более стабильному, устойчивому и экономически эффективному энергетическому сектору в России.

В целом, атомное теплоснабжение может быть эффективным решением для регионов, где нет доступа к другим видам энергии. Тем не менее, важно учитывать все риски и принимать меры для минимизации возможных опасностей.

Таким образом, решение о выборе источника тепла должно основываться на комплексном анализе экономических, экологических и социальных факторов.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ КОМПЕНСАЦИИ ДАВЛЕНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ПЕРВОГО КОНТУРА СУДОВЫХ РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Система компенсации давления теплоносителя первого контура установки с ВВР является одной из важных для обеспечения ее надежной работы. В проектах реакторных установок рассматриваются три варианта систем компенсации давления: паровая, газовая и парогазовая. Практическую реализацию в реакторных установках получили паровая и газовая. Паровая система нашла широкое применение в стационарной отечественной и зарубежной атомной энергетике, газовая – в отечественных судовых реакторных установках.

В паровой системе в качестве рабочего тела используется пар воды первого контура. К достоинствам паровой системы компенсации относятся: компактность, высокая точность поддержания давления, использование в качестве рабочего тела пара воды первого контура. Основным недостатком паровой системы компенсации является потребление значительной мощности электроэнергии для разогрева и поддержания высокой температуры в компенсаторах.

В газовой системе компенсации рабочим телом является азот. Достоинством газовой системы является пассивный принцип работы без потребления внешней энергии. К недостаткам системы относятся: большой объем газа, высокая концентрация растворенного азота в теплоносителе, влияющая на водно-химический и газовый режим, значительные термодинамические воздействия на коммуникации, соединяющие компенсатор с реактором.

Источником растворенного газа в теплоносителе первого контура является азот системы компенсации. Газ растворяется в воде компенсатора и за счет массообмена переносится в теплоноситель основного контура циркуляции, достигая достаточно высокой равновесной концентрации (до  $1800 \text{ нсм}^3/\text{кг}$ ). При работе установки в оборудовании первого контура устанавливаются различные температуры, при которых может происходить выделение газов в свободном состоянии, влияющих на надежность его работы. В процессе работы установки в азот поступает водород, генерируемый в реакторе в результате радиолиза воды и коррозионных процессов конструкционных материалов. Проблемой, связанной с наличием водорода в теплоносителе, является аномально высокое локальное наводороживание циркониевых оболочек твэлов и титановых трубных систем парогенераторов судовых РУ, приводящее к охрупчиванию металла и образованию межконтурных течей [1].

Создание перспективных атомных судов и станций малой мощности базируется на реакторных установках с ВВР и газовой системой компенсации давления. В процессе испытаний и эксплуатации новых реакторных установок с измененными по сравнению с предыдущими поколениями характеристиками выявились некоторые процессы, которые требуют дополнительного анализа и оценки их влияния на надежность работы и ресурс оборудования. В частности, отмечена нестабильность давления в первом контуре в стационарных режимах работы установок, повышенные отклонения давления и выделение газа в оборудовании в переходных режимах и др.

---

**Горбатов С. А.** Системы компенсации давления в первом контуре азс с водо-водяным энергетическим реактором / С. А. Горбатов, В. И. Полуничев // Материалы 8-ой

международной конференции: Физико-техническая информатика (СРТ2020). — Нижний Новгород : Автономная некоммерческая организация в области информационных технологий "Научно-исследовательский центр физико-технической информатики", 2020. — С. 204-207.

УДК 621.039

КОСОЛАПОВ И.С., ФРЕЙЗЕ А.П., САМОЙЛОВ А.М., ВОЗНЕСЕНСКИЙ М.В.,  
СЕМЕНЕНКО А.Н., АНДРЕЕВ В.В.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ БОРИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ОТ НЕЙТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проникающее излучение нейтронов как частиц, не имеющих электрического заряда, наиболее опасно с точки зрения биологического воздействия на живую ткань. Наиболее эффективной защитой от нейтронов служат водородсодержащие материалы. На атомах водорода происходит максимальная потеря энергии нейтронов, что наглядно демонстрируется выражением для получаемой ядром энергии в результате лобового столкновения с нейтроном, т.е. при  $\alpha = 0$  и  $A=1$ :

$$E_{\text{я}}^{\text{max}} = \frac{4 \cdot M}{(M + 1)^2} \cdot E_n \cos^2 \alpha = \frac{4 \cdot 1}{(1 + 1)^2} \cdot E_n = E_n. \quad (1)$$

где  $M$  – отношение массы ядра к массе нейтрона (равно массовому числу  $A$  элемента);  $E_n$  – энергия нейтрона;  $\alpha$  – угол между направлением первоначального движения нейтрона и направлением вылета ядра отдачи.

Таким образом, в качестве нейтронной защиты используют такие вещества как парафин, полиэтилен, воду с примесью бора. Древесина также является водородсодержащим материалом. Целью работы является исследование снижения потока нейтронов, проходящего через слой защиты из модифицированной древесины со степенью уплотнения  $\varepsilon = 0,5$  (в два раза) и пропиткой насыщенным раствором борной кислоты.

Критерием оценки результатов экспериментов были относительные показатели в виде коэффициентов поглощения быстрых и тепловых нейтронов веществом защитных сред.

Результаты экспериментов занесены в табл. 1.

**Таблица 1**  
**Значение коэффициентов поглощения**

Образец	Значение коэффициентов поглощения при исходной плотности потока нейтронов, нейтр/(см <sup>2</sup> ·с)				
	380	135	71	32	22
Древесина берёзы	3,4/10,4	3,4/9,3	3,5/9,9	3,3/9,6	2,0/-
Полиэтилен	3,5/3,7	3,4/3,8	3,5/3,8	3,4/3,6	-

Примечание. В числителе приведены данные для потоков быстрых нейтронов, в знаменателе – для тепловых.

Анализ результатов исследований позволяет сделать следующие выводы:

- борированную древесину можно использовать для защиты от нейтронных потоков теплового спектра;
- при воздействии быстрых нейтронов этот материал обладает защищающей способностью, сравнимой с апробированными водородсодержащими защитами (например, полиэтилен марки ПС-20-5Б).

---

**Голубев, Б.П.** Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений : Учебник для вузов / Б.П. Голубев ; под. ред. Е.Л. Столяровой. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 464 с.

УДК 621.311.25

КУПРИЯНОВ Е.Д.

## **ПАССИВНЫЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА БЛОКАХ С РЕАКТОРАМИ ВВЭР-1200**

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

В проекте ВВЭР-1200 реализовано три системы пассивной безопасности: система пассивного отвода тепла, система пассивной фильтрации и устройство локализации расплава. Применение этих систем позволяет существенно повысить безопасность АЭС по сравнению с серийными энергоблоками с ВВЭР-1000.

Система пассивного отвода тепла (СПОТ) является защитной системой безопасности, основанной на пассивном принципе действия, обеспечивающей отвод остаточных тепловыделений от активной зоны реактора через второй контур. СПОТ обеспечивает непрерывный отвод остаточных тепловыделений при авариях, протекающих с отказом каналов системы аварийного расхолаживания парогенераторов (активной системы безопасности) при наличии нормального или аварийного электропитания, при запроектных авариях с потерей всех источников электроснабжения переменного тока. При этом, в соответствии с проектом, СПОТ вступает в работу через 30 с после потери всех источников электроснабжения переменного тока. Теплообменники СПОТ соединены с парогенераторами непосредственно трубопроводом и находятся в режиме ожидания под параметрами парогенераторов.

Система пассивной фильтрации работает при авариях, в которых имеет место потеря всех источников переменного тока, активная система вентиляции не может выполнять своей функции, что может привести к образованию неконтролируемых протечек радиоактивной среды из-под защитной оболочки на территорию станции. Система пассивной фильтрации работает как при условии сохранения плотности первого контура, так и при условии возникновения течей в первом или втором контуре.

Устройство локализации расплава (УЛР) предназначено для локализации тяжелой запроектной аварии, обеспечивая прием, размещение и охлаждение расплава активной зоны (кориума) в ограниченном пространстве под днищем корпуса реактора на внекорпусной стадии локализации запроектной аварии.

Она является принципиально новой системой. Повышение безопасности достигается за счет исключения выхода жидких и твердых радиоактивных материалов за пределы УЛР, чем обеспечивается исключение повреждения системы герметичного ограждения зоны локализации аварий. Расплав кориума после проплавления корпуса реактора попадает на нижнюю плиту, которая установлена на ферму-консоль и является направляющим аппаратом, обеспечивая поступление расплава на площадку обслуживания. Далее, расплав, прожигая площадку обслуживания, попадает внутрь корпуса УЛР, где вступает во взаимодействие со специальным наполнителем, постепенно разогревая корпус УЛР. Образовавшийся расплав начинает разрушать тепловую защиту фланца корпуса и разогревать излучением ферму-консоль. Для охлаждения наружной поверхности корпуса УЛР используется вода из приямка защитной оболочки, поступающая туда в результате

истечения из первого контура, при этом в прямом через течь первого контура, помимо содержимого трубопроводов ГЦК, поступает вода из гидроаккумуляторов.

После попадания кориума в УЛР температура стенок корпуса УЛР, снаружи охлаждаемых водой, постепенно повышается, вода нагревается и начинает кипеть. Пароводяная смесь эвакуируется по паросбросным каналам. Начинается режим охлаждения расплава. Образующийся пар возвращается в гермозону выше отметки расположения выходных отверстий паросбросных каналов, что обеспечивает беспрепятственный выход пара из УЛР. Образующийся пар постепенно конденсируется на холодных поверхностях конструкций гермооболочки и собирается в прямом.

УДК 66.045.122

КУРИЦИН Д.Д., СОЛНЦЕВ Д.Н., ПРОНИН А.Н., РЯЗАНОВ А.В.,  
МАЛЫГИН Д.С., СУГЛИЦКАЯ Л.М.

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛООБМЕНА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ С ИНТЕНСИФИКАТОРАМИ В УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В Российской Федерации эксплуатируется большое количество объектов энергетики, которые используют в качестве теплоносителя воду из открытых водоемов – рек, прудов, охладителей и т.д. При эксплуатации данных объектов на теплообменных поверхностях образуются минеральные отложения, что приводит к снижению тепловой мощности, выходу из строя оборудования и внеплановым ремонтам.

Для повышения эффективности работы энергетического оборудования используют различные методы интенсификации теплообмена [1]. Это позволяет обеспечить повышение тепловой мощности. В то же время, остается открытым вопрос эффективности использования интенсификаторов в условиях образования отложений. Для изучения процесса теплообмена в оборудовании в условиях образования минеральных отложений в НИЛ ТГ ЯЭУ НГТУ разработан и создан экспериментальный стенд, который представляет собой контур циркуляции с двумя экспериментальными моделями, в одну из которых устанавливается ленточный завихритель [2].

В результате проведенных исследований было определено, что установка ленточного завихрителя приводит к росту перепада давления на экспериментальном участке на 10,5%, при этом средние значения расходов по экспериментальным моделям отличаются на величину не более 3%. Применение ленточного завихрителя позволило повысить коэффициент теплоотдачи в экспериментальной модели на 19,8%. Повышение коэффициента теплоотдачи происходит на всех этапах эксплуатации экспериментальной установки – разогреве установки, работе на номинальной мощности и расхолаживании.

При визуальном осмотре экспериментальных моделей после 150 часов эксплуатации было установлено, что количество отложений в трубе с ленточным завихрителем меньше, чем в модели без завихрителя. На экспериментальной модели без завихрителя происходит образование локальных наростов минеральных отложений, которые, очевидно, при дальнейшей работе будут соединяться между собой и образовывать единый слой минеральных отложений.

**Выводы:** в результате проведенных исследований установлено, что установка ленточных завихрителей интенсифицирует процесс теплообмена, увеличивая коэффициент теплоотдачи. Установка ленточных завихрителей приводит к снижению интенсивности

образования минеральных отложений, но при этом повышает гидравлическое сопротивление и требует дополнительных затрат на прокачивание теплоносителя.

Работа выполнена в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема №FSWE-2021-0008).

### ***Библиографический список***

1. Будов В.М., Дмитриев С.М. Форсированные теплообменники ЯЭУ. - Вып. 40 - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 176 с.
2. Рязанов А. В., Григорьев М. А., Курицин Д. Д. и др. Экспериментальные исследования характеристик теплообмена в энергетическом оборудовании с интенсификаторами в условиях образования минеральных отложений / Научно-технический вестник Поволжья. — 2022. — № 12. — С. 256-259.

УДК 543.522

МАЛЫГИНА Д.А., КОКУРИНА Д.А., СЕМЕНЕНКО А.Н., БАСОВ А.А.

### **РАДИАЦИЯ И ПИЩА ЧЕЛОВЕКА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Радиация является одним из самых важных факторов, влияющих на здоровье человека. Ежедневно мы подвергаемся естественной радиации, которая происходит от космических лучей, а также от геологических и биологических источников. Тем не менее, люди также могут быть подвергнуты радиоактивному воздействию от источников искусственного происхождения, таких как медицинские процедуры, промышленные и ядерные аварии. Самым волнующим аспектом рассматриваемой проблемы является загрязнение пищевых продуктов радиоактивными веществами.

В зависимости от физических и химических свойств радиоактивных веществ и места их поступления в окружающую среду содержание их в продуктах питания может меняться в сотни и тысячи раз. Нуклиды, легко поступающие в пищевые продукты, обладают способностью свободно передвигаться в биологических системах. Эти процессы описываются как перенос через пищевые цепи. Соответственно, знание физиологии питания растений и животных является необходимой основой для изучения пищевых цепей. Это, в частности, подтверждается тем, что основные радиоактивные вещества являются обычно сходными для элементов, играющих важную роль в обмене веществ или тесно связанных с ним. Рассмотрим на примере стронция. В периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева стронций находится во 2 группе. Также в этой группе находится и кальций, важный составной элемент человеческой кости. Элементы в рамках одной группы объединены схожими свойствами. Поэтому вместо кальция наш организм иногда может поглощать сходный ему радиоактивный стронций.

Однако мало знать способы обнаружения и воздействия радиоактивных веществ на организм. Важно также понимать, как избежать их попадания в организм посредством пищи.

Наиболее часто в списке продуктов, подверженных заражению, значится молоко и свежее мясо. Для снижения этого фактора можно замачивать мясо в подсоленной воде, а затем варить. Для молока же подходит его переработка. Например, после процедуры сепарирования, около 90% радионуклидов остаётся в сыворотке.

Уменьшить радиоактивное загрязнение овощей, грибов и фруктов помогает снятие кожуры, промывание и замачивание в воде. Это связано со скоплением радиоактивного вещества на внешней поверхности продукта.

Также следует обратить внимание, что наиболее простым способом защиты от их поглощения являются профилактические меры в виде курсов принятия витаминно-минеральных комплексов.

УДК 621.039.5

НЕЧУНЕЕВ Д.С., ЛЕГЧАНОВ М.А., НИКОЛАЕВ Д.С., ГРИГОРЬЕВ М.А., КУРИЦИН Д.Д., ЯКОВЛЕВ Р.В., ПЕТУНИН М.А., МАЛЫГИН Д.С., СУГЛИЦКАЯ Л.М.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИРКОНИЯ И НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ В КАЧЕСТВЕ МАТЕРИАЛА ОБОЛОЧКИ ТВЭЛ ДЛЯ АКТИВНЫХ ЗОН ВОДО-ВОДЯНЫХ РЕАКТОРОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире активное развитие получила атомная энергетика, где в качестве основного источника энергии используется энергия цепной реакции деления в ядерных энергетических установках различного типа.

Одним из основных элементов активной зоны является тепловыделяющий элемент (ТВЭЛ), в котором содержится ядерное топливо. В настоящее время оболочки ТВЭЛов изготавливаются из циркониевого сплава Э110, где основным элементом является цирконий, а для увеличения прочностных характеристик добавляется ниобий в процентном соотношении 0,9-1,1%. Достоинством такого сплава является малое сечение захвата нейтронов, что благоприятно сказывается на ядерно-физических свойствах в активной зоне, а также позволяет использовать в качестве топлива относительно низкообогащенный уран. Однако, у данного сплава имеется существенный недостаток – низкие температуры для его использования. Температура оболочки ТВЭЛ не может достигать более 350 °С [2]. Это отрицательно сказывается на дальнейшем увеличении единичной мощности установок типа ВВЭР, поскольку размер их корпуса ограничен, а подобный сплав накладывает ограничения на температуру теплоносителя.

Применение в качестве оболочки ТВЭЛ нержавеющей стали позволило бы решить данную проблему. В настоящее время аустенитные нержавеющие стали активно применяются в качестве оболочек ТВЭЛ в исследовательских реакторах. Их преимуществом является возможность использования до температуры 600 °С. В настоящее время наиболее распространены следующие марки подобных сталей: 08X18H10 и 08X18H10T. Перспективными являются также стали 12X18H9 и 04X18H10[1].

Идея применения аустенитных нержавеющих сталей в качестве материала для оболочек ТВЭЛ не является новой. Например, в первых реакторах СССР основным материалом для оболочки тепловыделяющих элементов были именно стали данного класса. Однако, в связи с меньшими накопленными знаниями, опытом эксплуатации и не до конца освоенной технологии в области производства металла и обогащения ядерного топлива, впоследствии оболочки ТВЭЛ начали изготавливать из сплава Э110.

Учитывая уровень развития современных технологий в металлопромышленности, высокие технологии в обогащении топлива, внедрение сейчас подобной технологии привело бы к разработке установок с большей единичной мощностью, более высокими параметрами теплоносителя и пара и высоким КПД.

## *Библиографический список*

1. **Шашарин Г. А., Игнатенко Е. И., Болдырев В. М.** Состояние и перспективы развития АЭС с ВВЭР. — Атомная энергия, 1984, т. 56, вып. 6, с. 353— 359.
2. **Каратушина И.В., Разин В.А.** Технологические системы и оборудование реакторного отделения энергоблока с реактором ВВЭР-1000: учеб. пособие/ Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2018. – 333 с.

УДК 621.331.22

НИКОЛАЕВ Д.С., ГРИГОРЬЕВ М.А., НЕЧУНЕЕВ Д.С., МАЛЫГИН Д.С., СУГЛИЦКАЯ Л.М., КУРИЦИН Д.Д., ЯКОВЛЕВ Р.В., ПЕТУНИН М.А.

### **ОБЗОР МЕТОДОВ ОЧИСТКИ КОНДЕНСАТОРОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из основных способов достижения высокого термического КПД паротурбинной установки является понижение параметров пара за турбиной. Для этих целей на электрогенерирующих станциях используется конденсатор паровой турбины, представляющий собой теплообменный аппарат для охлаждения и конденсации отработавшего пара. Техническая (охлаждающая) вода для нужд конденсатора поступает из естественных водоемов и не проходит должную первичную очистку. Это приводит к появлению различного рода загрязнений на теплообменной поверхности, которые снижают эффективность работы конденсатора и соответственно всей паротурбинной установки.

Поэтому разработка новых и усовершенствование существующих методов борьбы с загрязнениями конденсаторов является ключевым аспектом эффективного и безопасного функционирования электростанций.

Работа представляет собой обзор и анализ существующих методов очистки и регенерации конденсаторов, а также предлагает новые подходы для достижения максимальной эффективности в процессе борьбы с загрязнениями теплообменных поверхностей конденсаторов.

Анализ литературы показал, что в последние годы в области борьбы с загрязнениями в конденсаторах АЭС произошли значительные технологические прорывы. Среди уже существующих методов можно выделить следующие [1]:

- химическая очистка – применение различных растворителей и реагентов, которые разрушают накипь и загрязнения на теплообменной поверхности;
- механическая очистка – применение инструментов и оборудования для механического удаления отложений;
- электрохимическая очистка – использование электрических поля и электролитов;
- ультразвуковая очистка – использование ультразвуковых волн для разрешения накипи и загрязнений;
- шариковая очистка – использование специальных шариков, которые подаются в теплообменные трубы под давлением.

Также предлагается рассмотреть методику гидромеханической очистки с добавлением песка в циркуляционную воду для очистки теплообменной поверхности конденсатора во время эксплуатации. Данный метод позволяет эффективно удалить налеты, загрязнения и другие остатки, которые накапливаются на поверхности теплообменника, мешая нормальной работе системы.



Использование очистки теплообменной поверхности конденсатора во время работы установки позволяет сократить время планово-предупредительного ремонта, что положительно складывается на эффективности и общей экономичности установки.

**Маргулова Т.Х.** Атомные электрические станции: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1978. – 360с.: ил.

УДК 621.039

ОЖИГИН Д. А., ГРОМОВА П. Е., БАХМЕТЬЕВ А. М.

## **КРИТЕРИИ БЕЗОПАСНОСТИ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КОНТЕЙНЕРАМ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА АТОМНЫХ СТАНЦИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Транспортировка и хранение отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) – необходимый этап эксплуатации атомной электростанции. Для этого проектируются и изготавливаются специальные контейнеры, различающиеся своими характеристиками и применяющиеся для транспортирования отработавших топливных сборок определенного типа.

К контейнерам для перевозки и временного хранения ОЯТ применяются определенные критерии безопасности. В Российской Федерации основным регламентирующим документом при транспортировании ОЯТ является НП 053-16 «Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов» [1], который соответствует нормам МАГАТЭ SSR-6.

Ключевым вопросом является обеспечение ядерной и радиационной безопасности. Основным показателем ядерной безопасности контейнера с ОЯТ является  $K_{эфф}$  - эффективный коэффициент размножения нейтронов. Значение которого, в соответствии с требованиями [1], не должно превышать 0,95 как в нормальных условиях так и авариях. При этом необходимо учитывать возможность попадания воды в упаковку, протечку воды из упаковки, перепады температур, снижение эффективности замедлителей и поглотителей нейтронов.

Требования к обеспечению радиационной безопасности устанавливаются в соответствии с НП-053-16. Максимальные мощности доз на поверхности контейнера составляет: 2 мЗв/ч, 10 мЗв/ч при транспортировании на правах исключительного использования. На поверхности транспортного средства 2 мЗв/ч и 0,1 мЗв/ч в двух метрах от него. При авариях: 10 мЗв/ч в одном метре от поверхности транспортного средства.

Так как перечисленные требования должны соблюдаться не только в режиме нормальной эксплуатации, но и при проектных авариях, транспортные контейнеры для ОЯТ подвергаются определенным испытаниям на прочность.

К испытаниям, подтверждающим способность контейнера выдерживать нормальные условия эксплуатации, относятся: удар при свободном падении, штабелирование и глубина разрушения. Каждому из этих испытаний должно предшествовать испытание на обрызгивание водой.

К испытаниям, подтверждающим возможность применения контейнера в аварийных условиях, относятся:

- падение на вертикальную плоскую поверхность с высоты 9 м, так, чтобы он получил максимальное повреждение;
- падение на сплошной штырь круглого сечения диаметром 15,0 см ± 0,5 см, изготовленный из мягкой стали с высоты 1 м;

- падение стальной пластины массой 500 кг с высоты 9 м на образец;
- тепловое испытание при температуре не менее 800 °С в течение 30 минут;
- испытание на погружение в воду на глубину не менее 15 метров на 8 часов.

Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов [Текст] : НП-053-16: утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору 15.09.2016 : введ в действие с 05.02.2017. – М. : центрмаг, 2022. – 138 с.

УДК 621.039

ПАХОМОВ А.В., ЗАУЗОЛКОВА Н.О., САБУРИНА Т.С., САМОЙЛОВ А.М.,  
АНДРЕЕВ В.В.

## **ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ СИСТЕМНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ КРИВЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Данная работа посвящена изучению и прогнозированию поведения гидравлических характеристик по минимальному набору экспериментальных данных. Целью работы является выявление обобщенных зависимостей параметров гидравлических характеристик.

Ввиду актуальности сокращения таких испытаний [1] требуется системный подход к изучению гидравлических характеристик различных объектов в широком диапазоне гидравлических сопротивлений и перекачиваемых через них расходов.

В лаборатории кафедры «Ядерных реакторов и энергетических установок» НГТУ им. Р.Е. Алексева находится стенд для проведения гидравлических испытаний, представляющий собой замкнутую трассу циркуляции, состоящую из насоса, модели имитатора гидравлического сопротивления в широком диапазоне, дифференциального манометра и трубопроводов.

Методика исследования позволяет с помощью определенного набора параметров проанализировать полученные гидравлические характеристики с целью выявления функциональных зависимостей между этими параметрами. В качестве таких параметров, характеризующих каждую кривую гидравлического сопротивления, могут быть предложены значения коэффициентов гидравлического сопротивления и критериев Рейнольдса в точках А, Б, В, Г и углы наклона прямых, аппроксимирующих зависимость гидравлического сопротивления в ламинарной и турбулентной области.

На рис. 1 схематично представлен общий вид экспериментальной кривой гидравлического сопротивления.



**Рис. 1. Общий вид кривой гидравлического сопротивления**

Найденные функциональные зависимости между параметрами, описанными в методике выше, позволяют определить закономерности в поведении кривых гидравлического сопротивления, тем самым позволяя сократить число и количество проводимых гидравлических испытаний.

---

1. **Авдеев, Е. Ф.** Экспериментальное исследование гидравлических характеристик модифицированной ТВС реактора РБМК-1000 / Е. Ф. Авдеев, И. А. Чусов, В. А. Левченко // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. – 2005. – № 3. – С. 69-80.

УДК 623.827.8

ПЕТУНИН М.А., НИКОЛАЕВ Д.С., ГРИГОРЬЕВ М.А., КУРИЦИН Д.Д., ЯКОВЛЕВ Р.В.,  
НЕЧУНЕЕВ Д.С., МАЛЫГИН Д.С., ДЕМКИНА Т.Д., СУГЛИЦКАЯ Л.М.

### **ПРИМЕНЕНИЕ УСТАНОВОК С ТЖМТ В КАЧЕСТВЕ ГОЛОВНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК АТОМНЫХ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Атомный подводный флот России является стратегически важной составляющей сил ядерного сдерживания. Он обеспечивает безопасность и неприкосновенность нашей страны. На данный момент в составе ВМФ России насчитывается порядка 50 атомных подводных лодок.

В настоящее время на всех действующих атомных подводных лодках РФ в качестве энергетических установок находятся реакторы, где используется водяной теплоноситель. Это объясняется большим опытом в эксплуатации подобных установок, их повышенной надёжностью и относительной простотой.

Предложение использовать в качестве головной ядерной установки свинцово-висмутовый быстрый реактор (СВБР) не является новым. В 1962 году подобный реактор был установлен на АПЛ К-27, а впоследствии установки с данным теплоносителем эксплуатировались на АПЛ серии «Лира» с реакторами БМ-40А и ОК-550. Бесспорными преимуществами использования СВБР на АПЛ являются: повышенная манёвренность, уменьшенное число экипажа за счёт компактности данного реактора, повышенная по сравнению с реакторами на водяном теплоносителе мощность, большее КПД установки. Развитие подводной скорости до 42 узлов (77,78 км/ч) даже в современных реалиях является крайней редкостью. Подобные реакторы имеют повышенный уровень пассивной безопасности и самозащищённости, улучшенные теплофизические свойства, по сравнению с водо-водяными реакторами и ряд других преимуществ.

В связи с недостаточной изученностью на тот момент всех свойств и тонкостей эксплуатации ядерных установок с подобным теплоносителем, а также с начавшейся в стране перестройкой в 1991 году подобные лодки не получили широкого распространения. Однако, учитывая колоссальный накопленный опыт России в сфере атомных технологий на данный момент, широкую стендовую базу и накопленные знания человечества, возвращение к данной технологии в наше время максимально положительно бы сказалось на развитии атомного подводного флота нашей страны.

В настоящее время ведётся разработка двух проектов – СВБР-100 и СВБР – 10, которые планируется использовать в качестве установок региональных электростанций и на труднодоступных территориях. Это говорит о том, что интерес к подобного рода установкам не потерян и не исключено, что в ближайшем будущем будет разработана установка нового поколения и для АПЛ.

УДК 621.039

ПОГОРЕЛОВ М.Д., БОКОВА Т.А., ВОЛКОВ Н.С., МАРОВ А.Р., СУМИН Р.В.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕСТНОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИ ТЕЧЕНИИ ТЯЖЁЛОГО ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ТРУБЕ КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ С ИЗМЕНЕНИЕМ НАПРАВЛЕНИЯ ПОТОКА

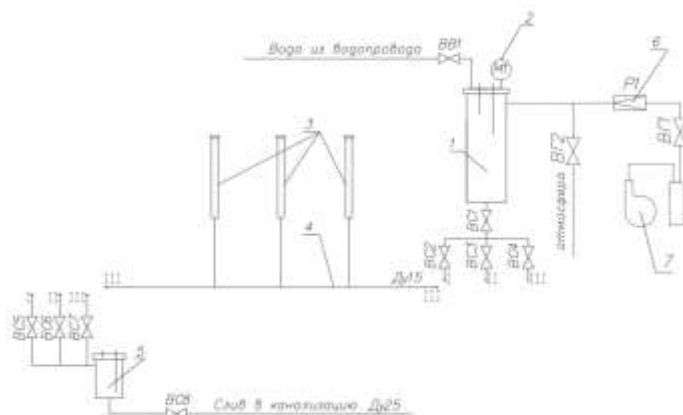
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из наиболее существенных факторов, отличающих тяжёлые жидкометаллические теплоносители от традиционных, является влияние термодинамической активности кислорода в расплаве теплоносителя на характеристики пристенной области. К особенностям тяжёлых жидкометаллических теплоносителей, в частности, свинца, относят следующие:

- 1) формирование оксидных плёнок, которые приводят к несмачиванию внутренних стенок трубопроводов теплоносителем;
- 2) концентрирование частиц соединений компонентов сталей и теплоносителя в пристенной области;
- 3) существенное влияние специфики пристенного слоя в потоке ТЖМТ на гидродинамические, теплогидравлические и другие эксплуатационные характеристики.

Методики расчёта гидравлических потерь свинцового теплоносителя на участках трубопроводов и местных сопротивлений, предлагаемые для использования в открытой научной литературе, основываются на использовании коэффициентов в формулах, полученных для водяного теплоносителя, и, ввиду этого, не способны должным образом учитывать специфику тяжёлого жидкометаллического теплоносителя.

Исследователи НГТУ им. Р.Е. Алексеева провели апробацию стенда ТР-2022 с экспериментальным участком для исследования местного гидравлического сопротивления при течении теплоносителя в трубе круглого сечения с изменением направления потока [2].



**Рис. 1** Принципиальная схема экспериментального стенда ТР-2022 на этапе апробации  
1 – напорная емкость; 2 – манометр; 3 – отжимные бачки; 4 – экспериментальный участок; 5 – расходомерная емкость; 6 – редуктор газовый; 7 – компрессор.  
(I, II, III) – Движение теплоносителя в зависимости от исследуемых участков

Дальнейшее экспериментальное исследование местного гидравлического сопротивления при на свинцовом теплоносителе позволит получить массив данных, анализ которого сделает возможным уточнение известных зависимостей и верификацию CFD-кодов.

### *Библиографический список*

1. **Безносов А. В., Драгунов Ю. Г., Рачков В. И.** Тяжелые жидкометаллические теплоносители в атомной энергетике. М.: ИздАТ, 2007 г. - 434 с.
2. **Сухарев А.Н.** Создание и подтверждение работоспособности экспериментального стенда для исследования местных гидравлических сопротивлений поворотов на 90 и 135 градусов для трубы круглого поперечного сечения применительно к различным теплоносителям: магистерская дис.: 14.04.01/ Сухарев Александр Николаевич – г. Н. Новгород, 2022.

УДК 621.311.25 : 621.039.50

ПОПОВ М.Е., ИЛЬЧЕНКО А.Г.

## **ПРОГРАММА «ИМИТАТОР РЕАКТОРА» КАК СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ «АТОМНЫХ» СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

Программа «Имитатор Реактора» (ИР) активно используется на действующих АЭС в качестве программного средства информационной поддержки оператора, а также для расчетного моделирования алгоритмов оперативного управления реактором в нестационарных режимах работы. Возможности программы позволяют использовать ее как дополнительное средство обучения студентов «атомных» специальностей по соответствующим дисциплинам, что и показано в настоящей работе.

Она предназначена для расчетного проектирования алгоритмов оперативного управления реактором в нестационарных режимах работы, а также для использования на действующих АЭС в качестве программного средства информационной поддержки оператора. С помощью программы ИР были смоделированы следующие процессы:

- набор мощности на начало кампании (0 эфф. сут.);
- сброс мощности;
- набор мощности на конец кампании (250 эфф. сут.) с дальнейшим гашением аксиальных ксеноновых колебаний;
- суточный режим работа реактора в режиме (50-100-50)% номинальной мощности в начале (0 эфф. сут.) и конце его кампании. (250 эфф. сут.).

Моделирование в программе “Имитатор реактора” позволяет получить начальное представление о принципах управления интегральной и локальной тепловыми мощностями реактора, а также нестационарных процессах отравления реактора и об алгоритмах подавления аксиальных ксеноновых колебаний. Локальная мощность поддерживается ниже допустимого предела на всех уровнях мощности во всех ТВС активной зоны (АЗ), в основном, посредством воздействия управляющих групп ОР СУЗ на высотное распределение энерговыделения или аксиальный офсет (АО).

Контроль за аксиальным офсетом удобно производить по разработанному для ВВЭР методу офсет-мощностной фазовой диаграммы [1], который устанавливает определенные правила управления W и АО при соблюдении ограничений на локальную мощность.

Подавление аксиальных ксеноновых колебаний проводилось согласно общему правилу: управляющее воздействие должно изменять офсет в направлении противоположном его дрейфу, а также методами поддержания постоянного и равновесного

офсетов. Необходимость подавления колебаний может быть вызвана прогнозным превышением ограничений по локальной мощности или расходящимся характером колебаний.

Стоит также отметить, что с точки зрения обучения полезен анализ графиков изменения различных параметров активной зоны и теплоносителя во времени. В частности, программа предоставляет изменяющиеся во времени значения концентрации борной кислоты в теплоносителе, интегральные концентрации ксенона и йода (для ксенона и йода также приводятся значения концентраций в верхней и нижней половине АЗ), самария в АЗ.

---

**Метод офсет-мощностной фазовой диаграммы для управления энерговыделением реактора / С. П. Аверьянова [и др.] // Атомная энергия, т. 121. Вып. 3, сентябрь 2016. С. 123-127.**

УДК 621.039

РАКОВА Д.И., СУХАРЕВ М.С., АНДРЕЕВ В.В.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБОБЩЁННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКАХ КОНТУРА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Гидравлическое сопротивление является одной из важнейших характеристик реакторной установки. Правильный его расчёт позволяет сократить теплотери, избежать лишних энергозатрат и подобрать оптимальный, соответствующий характеристикам данного контура насос, который будет обеспечивать необходимые мощности. От этого также зависит надёжность и безопасность РУ.

Существуют различные способы расчёта гидравлического сопротивления для отдельных участков циркуляционных контуров. Одним из них относится экспериментальный способ, недостатком которого является высокая стоимость оборудования и значительный объём необходимых работ. Невозможность применить данные конкретного расчёта к другим вариантам установки также сильно усложняет задачу, поскольку требует повторения всего эксперимента.

Поэтому для того, чтобы расширить возможности использования уже полученных экспериментальных данных, можно использовать обобщённый анализ.

Для данного метода используются теории подобия, анализ размерностей и метод характеристических масштабов.

Существуют различные способы обобщения экспериментальных данных:

1. Пренебрегая точностью менее важных условий, весь объём результатов можно свести к одной зависимости.
2. Нормирование показателей гидравлического сопротивления на показатели сопротивления для конкретной задачи.

Подобные преобразования помогают получить более простые для анализа аналитические зависимости, которые, тем не менее, всё ещё имеют достаточно узкий круг применения, поскольку они справедливы только к определённым условиям испытания. Главная задача метода обобщённого анализа добиться наибольшей универсальности, позволяющей применять полученные в ходе расчётов результаты для всех контуров, независимо от начальных установок.

Для примера рассмотрим зависимость числа Рейнольдса от сопротивления. Полученные в ходе испытаний значения данного критерия графически, в виде точек, нанесём на график

зависимости от параметров, значения которых варьируются для получения облака точек, из которого в ходе преобразований с некоторой погрешностью получаем кривую. Эту кривую представляем в виде функции. Полученную функцию можно использовать, чтобы получить значений числа Рейнольдса от значений параметров, которые не были рассмотрены в ходе исследований.

То есть, по уже полученным в ходе эксперимента и опубликованным данным составляется вид обобщенной зависимости, на основании которой можно прогнозировать значения для гидравлического сопротивления для исследуемого контура, благодаря чему можно сократить объём экспериментальных работ.

### ***Библиографический список***

1. **В. В. Андреев, В.О. Фурман, И.В. Демарев, Н.С. Любавин, Н.С.** Прогнозирование показателей гидравлического сопротивления на основе методологии обобщённого анализа.
2. **Одельский Э. Х.** Гидравлический расчет трубопроводов разного назначения. Минск, «Вышэйш. школа», 1967. 103 стр.

УДК 543.522

СЕДОВ А.Р., ВОЗНЕСЕНСКИЙ М.В., ЧЕРНЫШЕВ В.М., КАСАТКИН Н.И.,  
БАСОВ А.А., СЕМЕНЕНКО А.Н.

### **МЕТОД АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА НЕЙТРОННОГО ПОТОКА ДЕТЕКТОРАМИ, СОСТОЯЩИМИ ИЗ РОДИЯ, ИНДИЯ И СЕРЕБРА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Интенсивное развитие ядерной энергетики, а также широкий спектр применения ядерных энергетических установок для различных нужд человека, побуждают к необходимости эффективного решения проблем, основанных на прогнозировании последствий нейтронного облучения живых тканей, узлов механизмов, конструкционных материалов установки, а также радиоэлектронных изделий. Исходя из этого, важно с достаточно высокой точностью определять основные характеристики поля излучения нейтронов различных энергий. Например, величину плотности потока нейтронов, благодаря которой можно определить флюенс нейтронов на облучаемой поверхности [1].

Радиометрия нейтронных полей реальных ядерных энергетических установок довольно сложна, и не каждый метод будет работоспособным в реальных условиях применения. Кроме высокоинтенсивного нейтронного излучения, большое количество источников ионизирующих излучений в ядерной энергетике обладает также достаточно высоким уровнем гамма-фона. Данный факт определяет невозможность применения некоторых методов анализа нейтронных полей в реальных условиях, таких как, широко распространённого сцинтилляционного метода или метода водородных пропорциональных счётчиков. Поэтому в настоящей работе нами рассматривается метод активационного анализа нейтронного поля, лишенный этого недостатка. В качестве материалов детекторов используется родий, индий и серебро. В ходе их сравнительного анализа было определено вещество, обладающее наилучшими качествами по нескольким параметрам.

Суть активационного метода [2], используемого в работе, заключается в том, что специальные вещества (детекторы) подвергаются облучению нейтронным потоком в течение определенного времени (времени активации). Под действием нейтронов в детекторах образуются радиоактивные изотопы, которые в дальнейшем претерпевают распад с выделением ионизирующих излучений. Количество частиц ионизирующего излучения пропорционально числу радиоактивных распадов (активности), которое, в свою очередь,

пропорционально изначальному нейтронному потоку. Измеряя с помощью приборов наведенную бета-активность в детекторе, и используя справочную литературу [3,4] в работе рассчитывается плотность потока нейтронов от исходного источника.

К детекторам выдвигается ряд требований [5], основным из которых является период полураспада изотопов, возникающих в результате облучения нейтронным потоком. Слишком маленький период полураспада ведет к невозможности детектирования активности исследуемого образца, а при слишком большом периоде значительно возрастает время активации, которое в среднем составляет 3–4 периода полураспада. А также растет время выдержки детектора, которое необходимо для полного распада всех изотопов, чтобы их активность не повлияла на дальнейшие опыты. Вследствие этого увеличивается время измерений и эксперимента. Также детектор должен обладать высокой скоростью реакции в широком диапазоне энергий падающих нейтронов, называемой активационным интегралом. Эта величина характеризует число актов взаимодействия, происходящих в образце за одну секунду в расчете на одно ядро изотопа детектора. Еще немаловажными требованиями являются степень обрабатываемости и химическая чистота материала детектора.

### ***Библиографический список***

1. **Крамер-Агеев Е.А.** Активационные методы спектрометрии нейтронов / Е.А. Крамер-Агеев, В.С. Трошин, Е.Г. Тихонов. - М.: Атомиздат, 1976. - 232 с.: ил. - Библиогр.: с.222-232.
2. **Ломакин, С.С.** Радиометрия нейтронов активационным методом / С.С. Ломакин, В.И. Петров, П.С. Самойлов. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 1983. – 141 с.
3. **Маслов И.А.** Справочник по нейтронному активационному анализу / И.А. Маслов, В.А. Лукницкий; АН СССР, Отд-ние ядерной физики. - Л.: Наука. Ленингр.отд-ние, 1971. - 312 с.: граф. - Библиогр.: с.301-307.
4. **Гордеев, И.В.** Ядерно-физические константы [Текст]: Справочник / И.В. Гордеев, Д.А. Кардашев, А. В. Малышев. - [2-е изд.]. – Москва: Госатомиздат, 1963. - 507 с.
5. **Вандекастеле К.** Активационный анализ с использованием заряженных частиц: Пер.с англ. / К. Вандекастеле. - М.: Мир, 1991. - 208 с.: ил. - Библиогр.: с.190-191.

УДК 621.039.5

СИМОНОВ И.А., СЕМЕНЕНКО А.Н.

## **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ И РОССИЙСКОЙ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Энергетика является основой развития производственных сил в любом государстве. Энергетика обеспечивает стабильную работу промышленности, сельского хозяйства, транспорта, коммунальных хозяйств. Развитие экономики невозможно без постоянно развивающейся энергетики. С постоянно возрастающими масштабами производства постоянно растет и потребление электроэнергии. Поэтому в развитии экономики нашей страны значительную роль играет именно энергетика.

В настоящее время энергетическая отрасль стоит перед лицом серьезных вызовов, обусловленных, с одной стороны, растущей потребностью населения планеты в доступной энергии, а с другой – необходимостью снижать негативное воздействие энергетического сектора на климат. Глобальное изменение климата является одной из наиболее важных проблем для мирового сообщества.

Производство энергии на АЭС является гораздо более экологичным по сравнению с другими видами получения электроэнергии. Краткое сравнение АЭС и ТЭС показывает, что



один 1 ГВт установленной мощности АЭС позволяет экономить за год  $5,9 \cdot 10^6$  т угля или  $2,2 \cdot 10^6$  т мазута, или  $2,6 \cdot 10^9$  м<sup>3</sup> газа. Тепловая станция выбрасывает в атмосферу больше радиоактивности, чем АЭС той же мощности. Экспериментально установлено, что индивидуальные дозы облучения в районе ТЭС превышают аналогичную дозу вблизи АЭС в 5-10 раз.

Сегодня понятно, что ядерная энергия является единственным реальным источником обеспечения электроэнергией человечества в долгосрочном плане, который не вызывает такие отрицательные явления, как парниковый эффект, кислотные дожди и т.д., хотя остается ряд пока нерешенных проблем, связанных с утилизацией отработанного ядерного топлива.

По прогнозу Международного энергетического агентства к 2030 г. производство электроэнергии в мире увеличится более чем в два раза и превысит 30 трлн кВт, а согласно прогнозам Международного агентства по атомной энергии ее доля увеличится до 25% мирового производства электроэнергии.

Также стоит обратить внимание на то, что несмотря на позитивные прогнозы, будущее ядерной энергетики непосредственно будет зависеть от того, насколько эффективно и надежно будет осуществляться контроль за строительством и эксплуатацией АЭС, а также насколько успешно будет решён ряд других проблем.

### ***Библиографический список***

1. **Федун, Л.** Перспективы развития мировой и российской энергетики: сценарии до 2050 года / Л. Федун, А. Сонин // Энергетическая политика. – 2022. – № 1(167). – С. 6-19.
2. **Холоимова, Т.С.** Развитие ядерной энергетики / Т.С. Холоимова // Ломоносовские чтения. История и современность физики (ИСОФ-2020) – Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2020. – С. 75.
3. **Корсак, Е. П.** Перспективы развития ядерной энергетики: мировой и Национальный аспект / Е.П. Корсак, Т.Ф. Манцерова // Мировая экономика и бизнес-администрирование малых и средних предприятий: Белорусский национальный технический университет. – Минск: Право и экономика, 2019. – С. 79-80.

УДК 621.039

СРЕДНЕВА М.А., РЯЗАПОВ Р.Р., СОБОРНОВ А.Е., КОТИН А.В., МАЦИН Н.В.,  
ГУЩИНА Ю.С.

### **РАСЧЕТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПУЛЬСАЦИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОТОКА ОДНОФАЗНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В МОДЕЛИ КОЛЛЕКТОРНОГО УЗЛА ТЕПЛООБМЕННИКА ЯЭУ В РАСЧЕТНОМ КОДЕ ЛОГОС**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Интенсивные термопульсации, возникающие в элементах энергетического оборудования ЯЭУ и сопровождающие процессы нестационарного теплообмена, вызывают колебания температурных напряжений, приводящих к преждевременному исчерпанию ресурса. Сложность и принципиальная трехмерность протекающих физических процессов приводит к целесообразности применения CFD-кодов при разработке нового оборудования. Перспективным для оценки температурного состояния элементов конструкций теплообменных аппаратов, а также дальнейшего прогнозирования их ресурсных характеристик является расчетный код ЛОГОС. Однако, получаемые результаты расчетов требуют процедуры валидации на основе экспериментальных данных.

В работе приводятся результаты расчетного моделирования температурного состояния коллекторного узла теплообменника ЯЭУ с применением кода «Логос Аэро-Гидро». Экспериментальные данные для валидации результатов расчета получены на модели, входящей в состав стенда ФТ-80 НГТУ им. Р.Е. Алексеева [1]. Моделируется вязкостно-гравитационный режим движения потока теплоносителя при обтекании коллекторного узла для различных вариантов подвода теплоносителя к коллекторной сборке. Граничные условия для восьми расчетных режимов выбраны из следующих диапазонов: массовая скорость охлаждающей воды  $60 \div 260$  кг/(м<sup>2</sup>·с); давление теплоносителя 9÷12 МПа; давление охлаждающей воды 0,4 МПа; температура теплоносителя на входе 150÷250°С.

Расчетная область содержит около 13 млн сеточных элементов. Для запуска динамической модели расчета, в качестве начального приближения проведены расчеты в стационарной постановке с применением  $k-\omega$  SST модели турбулентности. Поскольку теплообмен между жидкостью и поверхностью коллекторной сборки сопровождается образованием вихревых структур, при моделировании нестационарного течения выбран метод моделирования крупный вихрей (LES) при решении уравнений Навье-Стокса [2]. В качестве подсеточной модели была выбрана модель Смагоринского. Сравнение расчетного и экспериментального полей температуры проводилось в 60 точках, соответствующих местам расположения термопар в экспериментальной модели. Проведен анализ расчетного поля скорости и структуры течения теплоносителя.

По результатам анализа температурного состояния установлено, что расчетные данные хорошо согласуются с экспериментом. Количество расчетных точек температур, относительное отклонение которых не превышает 5% от экспериментальных, составляет более 60%, а для остальных не превышает 12%.

### *Библиографический список*

1. Дмитриев С.М., Рязанов Р.Р., Соборнов А.Е., Котин А.В., Мамаев А.В. Расчетно-экспериментальное исследование термопульсаций фрагмента коллекторного узла теплообменника системы очистки и расхолаживания водо-водяных реакторов. // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2015. – № 1. – С. 92-102. DOI: <https://doi.org/10.26583/npe.2015.1.10>
2. Снегирёв А.Ю. Высокопроизводительные вычисления в технической физике. Численное моделирование турбулентных течений // Учебное пособие. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. - 143 с.

УДК 621.039.5

СУГЛИЦКАЯ Л.М., КУРИЦИН Д.Д., МАЛЫГИН Д.С., ДОРОНКОВ Д.В., РЯЗАНОВ А.В., НИКОЛАЕВ Д.С., ГРИГОРЬЕВ М.А., ПЕТУНИН М.А., ЯКОВЛЕВ Р.В.

## **ГИДРОДИНАМИКА И ПРОЦЕССЫ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В СМЕШАННОЙ АКТИВНОЙ ЗОНЕ РЕАКТОРА ВВЭР С ТВСА-Т**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Создание стационарных реакторов ВВЭР с высокими эксплуатационными качествами является одним из самых важных направлений в области развития атомной энергетики Российской Федерации.

Для обеспечения нормальной эксплуатации активной зоны необходимо знание гидродинамических характеристик первого контура, а именно детальное исследование поперечного протекания теплоносителя между соседними ТВС.

Возникающие поперечные течения теплоносителя обусловлены множеством факторов: геометрия пучка твэлов, конструкция смесительных решеток и размер зазора между ТВС. Значительные изменения поперечных потоков теплоносителя, могут вызвать изменение теплогидравлических характеристик теплоносителя и привести к возникновению кризиса теплообмена, что окажет негативное воздействие на теплотехнические характеристики всей активной зоны [1]. Таким образом, экспериментальное и расчетное исследование гидродинамики теплоносителя в активной зоне реактора ВВЭР является актуальной научной задачей.

Целью научного исследования является выявление особенностей течения теплоносителя в смешанной активной зоне реактора ВВЭР с ТВСА-Т.

В рамках данной работы разработаны экспериментальные модели, которые представляют собой фрагменты твэльного пучка однородной и смешанной активной зоны реактора типа ВВЭР. Для исследования процесса перемешивания теплоносителя использовались метод инъекции контрастной примеси и пневмометрический метод измерения компонент вектора скорости.

С помощью экспериментальных исследований удалось выявить основные закономерности формирования потока в смешанной и однородной активной зоне реактора ВВЭР и определить:

- интенсивность поперечных течений теплоносителя между тепловыделяющими сборками;
- области образования поперечных течений теплоносителя по длине пучка твэлов;
- глубину распространения поперечных течений теплоносителя в сечении каждой из соседних тепловыделяющихборок;
- зависимость областей образования и интенсивности поперечных потоков от схемы взаимного расположения решеток и величины их гидравлического сопротивления;
- эффекты нарастания и ослабления поперечных течений теплоносителя по длине пучка твэлов смешанной активной зоны;
- влияние поперечных течений теплоносителя между тепловыделяющими сборками на перераспределение аксиального потока.

---

**Доронков Д.В.** Расчетно-экспериментальные исследования закономерностей формирования потока теплоносителя в смешанной активной зоне реактора ВВЭР / С.М. Дмитриев [и др.] // Инженерно-физический журнал. – 2021. – Т. 94. – № 4. – С. 1064-1073.

УДК 621.039

СУМИН Р.В., БОКОВА Т.А., ВОЛКОВ Н.С., МАРОВ А.Р., ЗЫРЯНОВА Т.К.,  
ПОГОРЕЛОВ М.Д.

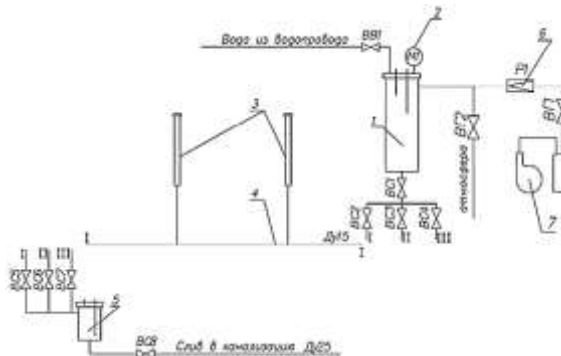
## **ИЗУЧЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ НА ТРЕНИЕ ПО ДЛИНЕ В СРЕДЕ ТЯЖЕЛОГО ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ДЛЯ ТРУБЫ КРУГЛОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На данный момент расчетные методики основаны на формулах для водяного теплоносителя, что неприемлемо из-за специфики ТЖМТ. Для создания адекватных методов необходимо создать базу данных коэффициентов гидравлических сопротивлений для потока ТЖМТ. Для проведения исследований характеристик гидравлических трасс с использованием ТЖМТ требуются разработка и монтаж соответствующих стендов.

В пристенной области «ТЖМТ-конструкционный материал» протекают процессы, которые оказывают существенное влияние на гидродинамику ТЖМТ [1]. К таким процессам можно отнести: формирование оксидных покрытий на поверхностях конструкционных материалов, которые не смачиваются теплоносителем; концентрирование частиц соединений компонентов сталей и теплоносителя, в пристенной области, поступающих в теплоноситель и контур из различных источников; формирование полостей между конструкционным материалом и теплоносителем, заполненных защитным газом;

На данный момент подтверждена применимость стенда ФТ-5 для определения гидравлических потерь на водяном теплоносителе.



**Рис. 1. Принципиальная схема экспериментального стенда ФТ-5 на этапе подтверждения применимости стенда**

- 1 – напорная емкость; 2 – манометр; 3 – отжимные бачки; 4 – экспериментальный участок; 5 – расходомерная емкость; 6 – редуктор газовый; 7 – компрессор.  
(I, II, III) – Движение теплоносителя в зависимости от исследуемых участков.

В ходе дальнейших экспериментальных исследований гидравлики на свинцовом теплоносителе планируется получить массив данных, который необходим для создания адекватных расчетных методик для ТЖМТ.

Представленные результаты получены в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема № FSWE–2023–0005 «Особенности и специфика применения тяжелых жидкометаллических теплоносителей в реакторных установках на быстрых нейтронах»).

---

**Безносов, А.В.** Тяжелые жидкометаллические теплоносители в атомной энергетике/ А.В. Безносов, Ю.Г. Драгунов, В.И. Рачков М.: ИздАТ, 2007 г. - 434 с.

УДК 621.039

СУХАРЕВ М.С., РАКОВА Д.И., САТАЕВ А.А.

## **МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ И ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из самых сложных задач, с которой сталкиваются предприятий ядерного комплекса, является дезактивация радиоактивных отходов (РАО) и их безопасное хранение, которое будет гарантировать отсутствие контакта РАО с окружающей средой. Важность этой задачи обусловлена чрезвычайной опасностью материалов, содержащих радиоактивные нуклиды, как для экологии, так и для здоровья людей.

В настоящее время существует несколько современных способов очистки жидких радиоактивных отходов (ЖРО) от различных органических примесей. В их основе лежат следующие процессы: электрохимическое разложение, окисление, сорбция, фильтрация. Методика проведения очистки для каждого процесса особая; перечислим способы очистки ЖРО.

1. Электрохимическое разложение органического содержимого электропроводных водных растворов отходов. В данном случае органические материалы разрушаются посредством электрического дугового разряда, создаваемого между погруженными электродами и раствором. Но в ходе данного процесса в систему вводятся такие химические агенты, как NaOH, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, NaNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, что является недостатком. Также данный метод сложен в технической реализации и требует больших денежных и энергетических затрат.

2. Окисление органических примесей озоном до образования оксидов составляющих элементов. В этом случае органические компоненты ЖРО окисляются до газообразного состояния путём подачи в поток озона. Этот метод так же сложен в технической реализации, а окисление органических примесей является неполным.

3. Обезвреживание ЖРО с помощью природного сорбента. Для этого раствор ЖРО выдерживают с природным сорбентом. Этот метод можно применять только для средне- и низкоактивных РАО, кроме того, он тоже сложен в технической реализации.

Ещё одним методом переработки РАО является переработка отходов на выпарных установках. К этому методу обращается большинство предприятий по переработке отходов. Но при использовании выпарных установок образуется отход, переработка которого затруднительна — жидкий радиоактивный концентрат (ЖРК). В состав этого концентрата входят поверхностно активные вещества (ПАВ), источником которых являются сточные воды специализированных прачечных и воды санаторной обработки помещений. Концентрирование ПАВ в ходе использования выпарных установок значительно осложняет выделение твёрдого осадка. Поэтому большинство ЖРК находятся на длительном хранении и не подвергаются переработке. В связи с этим задача очистки донных осадков ЖРК от ПАВ тоже требует поиска актуального решения.

Таким образом, к недостаткам всех современных способов очистки ЖРО от органических примесей можно отнести сложную техническую реализацию и их неприменимость для очистки жидкого радиоактивного концентрата.

### *Библиографический список*

1. **Громов Б.В.** Химическая технология обучения ядерного топлива. – М.: Энергоатомиздат, 1983.
2. Сборник докладов II Международного симпозиума по цементированию РАО «NUESEM-2014», Франция, Авиньон-Маркуль (ICSM), 2-6 июня 2014 г.

УДК 621.039

ТИМИН Д.А., АНФИМОВ А.М.

### **ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОЙ ПЛАТФОРМЫ PSEVEN ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ РАСЧЁТНОГО ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РУ БН**

АО «ОКБМ Африкантов», Н. Новгород, Россия

В настоящее время основным расчётным инструментом для обоснования безопасности проектных и запроектных аварий РУ БН-600 и БН-800 является интегральный код СОКРАТ-БН, предназначенный для комплексного моделирования процессов и явлений в оборудовании РУ при аварийных режимах, включая тяжёлые аварии с плавлением топлива.

При проведении расчётных исследований с использованием кода СОКРАТ-БН возникает ряд типовых задач, решаемых ручным способом и основанных на инженерном «чутье», либо с использованием дополнительного зарубежного ПО.

В связи с высокой трудоёмкостью текущих способов решения производственных задач, а также необходимостью использования зарубежного ПО в условиях импортозамещения, в рамках инициативных работ в АО «ОКБМ Африкантов» проводилось тестирование отечественной оптимизационной платформы pSeven в части оптимизации процессов расчётного обоснования безопасности РУ БН.

Платформа pSeven предназначена для решения различного рода оптимизационных задач, а также она позволяет организовать связанные расчеты с использованием различных кодов, что в некоторой степени можно назвать аналогом зарубежной программной платформы ANSYS EKM.

В докладе представлены основные результаты тестирования программной платформы pSeven, приведено описание разработанных алгоритмов и сделаны выводы о применимости использования данного ПО в части оптимизации процессов расчётного обоснования безопасности РУ БН.

УДК 539.1

ТИМОШИНА И.Д., БАСОВ А.А., ПУПЫНИН В.А., СЕМЕНЕНКО А.Н.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ $\alpha$ -РАСПАДЕ ЯДЕР $^{239}\text{Pu}$

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В работе представлено исследование спектра рентгеновского излучения  $^{239}\text{Pu}$  — одного из самых токсичных элементов таблицы Менделеева. Как правило,  $^{239}\text{Pu}$  рассматривается, как альфа-излучатель с энергией около 5 МэВ. Однако, приблизительно 4% распадов ядер плутония сопровождается испусканием мягкого рентгеновского излучения со средней энергией 51 кэВ, 17 кэВ и 7кэВ. Это свойство используется для определения концентрации  $^{239}\text{Pu}$  в организме человека по внешнему излучению.

Используя излучения  $^{239}\text{Pu}$  с сопутствующим рентгеновским излучением с энергией квантов  $E_\gamma=51$  кэВ,  $E_\gamma=13$  кэВ и  $E_\gamma=7$  кэВ и применяя в качестве регистрирующей аппаратуры ФЭУ на тонком сцинтилляционном детекторе, или счетчик Гейгера СБТ-9 с толщиной слюдяного окошка 0,05 мм, можно определять  $E_\gamma$  в диапазоне (5,5 – 50)Кэв.

С помощью экспериментальной установки был проведен эксперимент и построен график (рис. 1) зависимости числа зарегистрированных частиц источника  $^{239}\text{Pu}$  от толщины поглотителя.

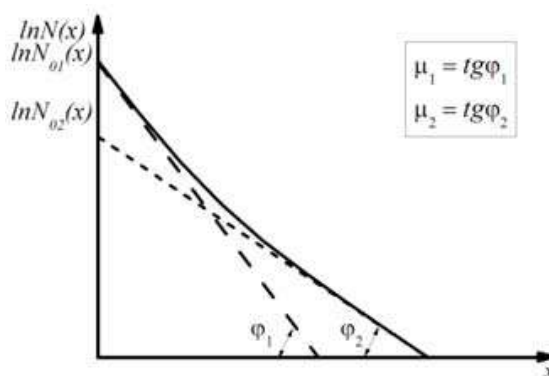


Рис. 1. График зависимости поглощения рентгеновского излучения  $^{239}\text{Pu}$  от толщины поглотителя (Al)

Результаты полученных значений приведены в табл. 1.

**Таблица 1**  
**Таблица значений**

Фоновая активность ( $N_0$ )	Толщина Al (d), мм	Количество частиц (N)	$\ln(N_0-N_\phi)$
107	0	34320	10,44
107	0,005	380	5,61
107	0,01	316	5,43
107	0,015	269	5,09
107	0,02	259	5,01

Из полученных значений найдены значения линейного коэффициента ослабления узкого пучка гамма-излучения  $\mu$  для Al.

$$\mu_1 = (\ln N_i - \ln N_k) / (d_k - d_i) = (5,34 - 5,09) / (0,01) = 96,6 \text{ см}^{-1}$$

$$\mu_1 = \sigma n_{\text{яд}} = 70,76 \text{ см}^{-1} \quad (E_\gamma = 10 \text{ кэВ})$$

$$\mu_2 = (\ln N_i - \ln N_k) / (d_k - d_i) = (10,44 - 5,61) / (0,05 - 0) = 25 \text{ см}^{-1} \quad (\mu_2 = 20,2 \text{ см}^{-1}; E_\gamma = 15 \text{ кэВ})$$

$$\mu_2 = \sigma n_{\text{яд}} = 98,34 \cdot 10^{-2} \text{ см}^{-1} = 1 \text{ см}^{-1} = (E_\gamma = 42 \text{ кэВ})$$

$$\mu_1 = 96,6 \text{ см}^{-1} = \text{tg} \varphi_1 \quad \mu_2 = 25 \text{ см}^{-1} = \text{tg} \varphi_2$$

$$E_1 = 10 \text{ кэВ} \text{ для алюминия } d_i = 0,0014 \text{ см (7 пластин от 0 до } d_{1/2} = 0,01 \text{ см)} \quad \mu_1 = 69,3 \text{ см}^{-1} = \text{tg} \varphi_1$$

$$E_1 = 50 \text{ кэВ} \text{ для алюминия } d_i = 0,2 \text{ см (4 пластин от 0 до } d_{1/2} = 0,8 \text{ см)} \quad \mu_2 = 0,861 \text{ см}^{-1} = \text{tg} \varphi_2$$

Таким образом, при сложении  $\mu_1 = \text{tg} \varphi_1$  и  $\mu_2 = \text{tg} \varphi_2$ , получим суммарную  $\mu$  в Al для источника рентгеновского излучения  $^{239}\text{Pu}$ .

УДК 532

ФЕДОРЦОВ Р.А., САПРЫКИНА Е.Д.

### **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОЕКТЫ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ С РЕАКТОРАМИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ**

Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина

Из-за непрерывного развития человечества его потребность в энергии неуклонно растет, из-за чего также увеличивается потребность людей в энергетических ресурсах, в частности, в углеводородном топливе. Это связано прежде всего с его дешевизной и распространенностью. Однако данный вид топлива пагубно влияет на атмосферу, а также относится к исчерпаемым ресурсам. Поэтому необходимо развивать атомную промышленность. И одним из путей ее развития являются атомные станции малой мощности.

В настоящее время научные изыскания продолжают и создаётся все больше и больше новых проектов атомных станций малой мощности. Но положительный опыт эксплуатации накоплен только проектами РНWR-220 (Индия), QR-300 (Китай), а также ЭПГ-6 и КЛТ-40С (Россия).

На данный момент можно отметить такие разработки реакторов малой мощности: СВБР-100, ВБЭР-300, РИТМ-200. А также установки на базе микрореакторов: МАСТЕР, БРУЦ, МАРС, ГРЭМ, ШЕЛЬФ-М, Елена-АМ.

Реактор СВБР-100 — реакторная установка на быстрых нейтронах с теплоносителем свинец-висмут. Представляет собой двухконтурную реакторную установку (100 МВт) модульного типа.

Реактор ВБЭР-300 тепловая мощность – 917 МВт. Реактор обеспечивает электрическую мощность энергоблока в конденсационном режиме до 325 МВт, в теплофикационном – около

215 МВт с отпуском тепла в виде горячей воды до 460 Гкал/ч. Проектный срок службы – до 60 лет.

Водо-водяной ядерный реактор РИТМ-200. Отличительной особенностью данного реактора являются 4 парогенератора, интегрированные в корпус активной зоны. В целях соблюдения принципа нераспространения ядерного оружия, обогащение урана ограничено 20 %. Перезагрузка топлива от 7 до 10 лет, при запланированном сроке эксплуатации 40 лет.

Проект реактора МАСТЕР представляет собой установку водо-водяного типа, уменьшенную копию ВВЭР-1000. Тепловая мощность – 300 кВт, проектный срок службы 60 лет, обогащение по урану-235 40%

Проект реактора БРУЦ. Реактора на быстрых нейтронах с моноблочной компоновкой основного оборудования. Тепловая мощность – 500 кВт, проектный срок службы 40 лет, обогащение по урану-235 19,7%. В качестве теплоносителя рассматриваются естественный свинец и свинец, обогащенный по изотопу Рb-208. Тепло от реактора отводится за счет естественной циркуляции теплоносителя первого контура.

Проект АТСТ "Елена-АМ" это водо-водяной реактор с тепловой мощностью 5-7 МВт. Особенностью этой микро-АЭС является использование термоэлектрических генераторов мощностью около 200 кВт, что достаточно для освещения двух-трех небольших отдаленных поселков. Планируемый срок службы станции на одной загрузке топливом — 40 лет.

АСММ на базе реакторной установки ШЕЛЬФ-М — это водо-водяной реактор интегральной компоновки тепловой мощностью 30 МВт и электрической до 10 МВт, при этом он может дополнительно давать 12 Гкал/ч тепла для отопления и опреснять до 500 м<sup>3</sup> воды в час. Топливо обогащением 19,7% рассчитано на 8 лет работы без перегрузки.

Как мы видим, в мире существует большое число самых разных проектов малых АЭС, и к ним есть большой спрос со стороны отдельных стран и отраслей промышленности, исходя из этого, уже сейчас можно сделать вывод о том, что малые атомные станции — это перспективное направление развития энергетики.

УДК 621.039

ФРЕЙЗЕ А.П., КОСОЛАПОВ И.С., ВОЗНЕСЕНСКИЙ М.В., АНДРЕЕВ В.В.

## **ВЛИЯНИЕ ПОТОКА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНОВ НА ПРОВОДИМОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В настоящее время полупроводниковые материалы используются во многих отраслях науки и техники. Широкое распространение получили полупроводниковые детекторы, которые применяются как счетчики числа частиц и как приборы, служащие для измерения энергии частиц с высокой разрешающей способностью. Зависимость удельного электрического сопротивления от потока излучения описывается следующей эмпирической зависимостью при условии  $K_p\Phi > 1$ :

$$\rho = \rho_0 \cdot \exp(K_p\Phi),$$

где  $\rho_0$  – удельное электрическое сопротивление исходного кремния,  $K_p$  – коэффициент, являющийся функцией свойств кремния и спектра нейтронов.

Целью работы является определение общих закономерностей изменения проводимости простых проводников в зависимости от различных потоков быстрых нейтронов.

В работе использовались данные, полученные на Томском исследовательском реакторе ядерном реакторе типа ИРТ-Т. Облучение проводили в экспериментальных каналах ГЭК-4 и ГЭК-10. Для облучения использовали шайбы кремния n-типа безтигельной зонной



плавки. С помощью технологии нейтронного трансмутационного легирования был приготовлен набор шайб с удельным электрическим сопротивлением от 1,5 Ом·см до 14 кОм·см. Измерения удельного электрического сопротивления проводили 4-х зондовым методом до и после облучения. Контроль за флюенсом быстрых нейтронов осуществляли с помощью порогового серного активационного детектора.

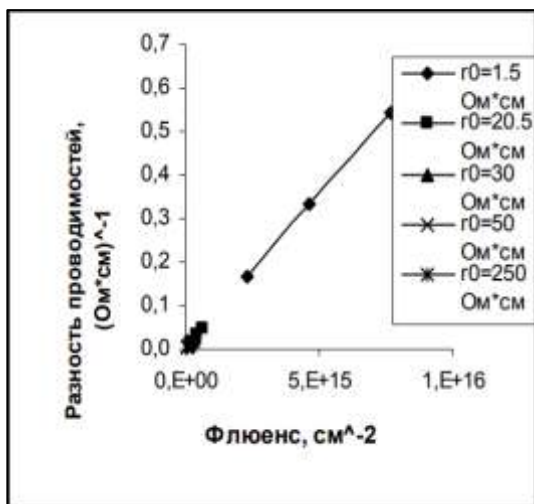


Рис. 1. Зависимость разности проводимостей от флюенса нейтронов для канала ГЭК-4

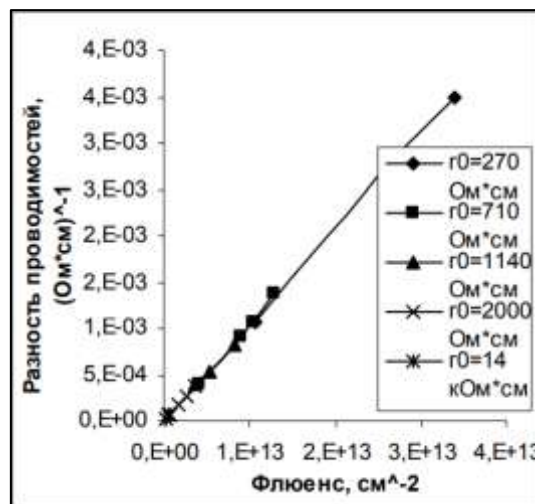


Рис. 2. Зависимость разности проводимостей от флюенса нейтронов для канала ГЭК-10

Зависимости позволяют говорить о том, что изменение удельной электрической проводимости кремния в результате облучения быстрыми нейтронами прямо пропорционально потоку нейтронов, однако такой результат справедлив только при  $K_p \Phi \leq 1$ . Рост удельной проводимости приводит к большой силе тока и к возникновению радиационных центров (дефектов) вследствие чего регистрация слабых импульсов от ионизации затрудняется.

### Библиографический список

1. Варлачев, В. А. Влияние быстрых нейтронов на проводимость простых полупроводников / В. А. Варлачев, Е. Г. Емец, Е. С. Солодовников // Материалы 9-ой Международной конференции «Взаимодействие излучений с твердым телом», Минск, 20-22 сентября 2011 г. – С. 107-109.
2. Безродных, И. П. Радиационные эффекты в космосе. Часть 3. Влияние ионизирующего излучения на изделия электронной техники / И. П. Безродных, А. П. Тютнев, В. Т. Семёнов. – М.: АО «Корпорация «ВНИИЭМ», 2017. – 64 с.

УДК 621.313.822.3

ЧЕРНЫШЕВ В.М., ВОЗНЕСЕНСКИЙ М.В., СЕДОВ А.Р., КАСАТКИН Н.И., ФРЕЙЗЕ А.П., КОСОЛАПОВ И.С., БАСОВ А.А., СЕМЕНЕНКО А.Н.

### РАДИАЦИОННАЯ И ТЕРМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время наиболее надежным и перспективным электродвигателем, способным работать в атомной энергетике, является бесконтактный двигатель постоянного

тока (БДПТ). Он существенно лучше обычных двигателей постоянного тока за счет отсутствия электромеханического коллектора, создающего радиопомехи, снижающего надежность и т.д. Постоянный магнит является главным элементом такого рода двигателей, так как определяет основные параметры его работы.

Другой немаловажной системой, обеспечивающей контроль, управление и прекращение цепной реакции в ядерном реакторе является исполнительный механизм (ИМ) системы управления и защиты (СУЗ). В него входит совокупность оборудования, которая создает условия для перемещения стержня поглотителя в режимах как автоматического, так и дистанционного управления. Поскольку на средства управления и защиты возложены ответственные функции, обеспечивающие ядерную безопасность, то и важнейшим требованием, предъявляемым к ИМ, является высокая надежность, точность, строгое выполнение предписанных процессов регулирования и контроля каждым элементом системы. Одним из этих элементов являются постоянные магниты, применяемые в системах индикации с датчиками угловых и линейных перемещений. Свое место они также нашли в магнитных муфтах, используемых по соображениям безопасности [1, с 63-69, 100-107].

В данное время наиболее популярны магниты на основе редкоземельных металлов — неодима и самария. После открытия в (70-80)х годах и до сегодняшнего дня они активно применяются в различных отраслях промышленности. В том числе и в ядерной отрасли за счет высокой намагниченности.

Магниты из сплава самарий-кобальт ( $SmCo$ ) имеют наилучшую температурную стабильность, сопротивление к коррозии и устойчивость к окислению (нет необходимости в покрытии), а также высокие значения максимального энергетического произведения ( $240 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3}$ ) и коэрцитивной силы (1275 кА/м) [2].

Магниты на основе неодима ( $NdFeB$ ) обладают большим сроком службы, хорошей механической прочностью, небольшой массой и низкой стоимостью, что позволяет применять их повсеместно. Они также имеют высокие значения магнитной индукции (1,42 Тл), коэрцитивной силы (950 кА/м) и максимального энергетического произведения ( $380 \text{ кДж/м}^3$ ).

Воздействие нейтронного излучения является фактором, ведущим к изменению магнитных свойств рассматриваемых магнитов. Так как, в отличие от других типов излучений, нейтроны передают свою энергию исключительно посредством взаимодействия с ядрами атомов мишени. Взаимодействие частиц, не имеющих электрического заряда, с атомами решетки приближенно можно рассматривать как столкновение двух шаров, после которого атом решетки приобретает энергию [2, с 35-36]:

$$E' \approx 2A^{-1}E_n, \text{ где } A - \text{ массовое число атома } (A > 20).$$

Если полученная от нейтрона энергия  $E'$  превысит пороговую энергию смещения атома  $E_d$ , то происходит перемещение атома из узла кристаллической решетки в междоузлие. Образуется дефект.

Длительное воздействие нейтронного потока приводит к разрушению кристаллической структуры магнитного материала. Постепенно в веществе накапливаются простые изолированные дефекты – вакансии и междоузельные атомы, а также сложные комплексы – «простой дефект + химическая примесь». Вследствие этого упорядоченная доменная структура магнита перестраивается, и величина создаваемого магнитного потока падает.

При эксплуатации необходимо учитывать нагрев магнита, поскольку материал теряет свои ферромагнитные свойства при достижении температуры близкой к точки Кюри. Максимальная рабочая температура для неодимовых ( $NdFeB$ ) магнитов достигает  $150^\circ\text{C}$ . При этом у самарий-кобальтовых ( $SmCo$ ) работоспособность сохраняется вплоть до  $300^\circ\text{C}$  [3, с 9].

Таким образом, нейтронное и тепловое воздействие на магниты способно ускорить размагничивание материала и тем самым существенно снизить срок службы ответственных

систем и механизмов ядерных установок. Это приводит к повышению фактора риска для аварийных ситуаций, а также величины амортизационных отчислений для замены оборудования.

### *Библиографический список*

1. **Емельянов, И.Я.** Основы конструирования исполнительных механизмов управления ядерных реакторов / И.Я. Емельянов, В.В. Воскобойников, Б.А. Масленок. Под ред. чл.-кор. АН СССР И.Я. Емельянова. – 2-е изд. перераб. И доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 232 с: ил.
2. **Власичев, Г.Н.** Физика ядерных реакторов: учеб. Пособие / Г.Н. Власичев; Нижегород. гос. техн. ун-т. им. Р.Е.Алексеева. Нижний Новгород, 2008. – 106 с.
3. **Liu, J.** Thermal stability and radiation resistance of SM-CO based permanent magnets

УДК 621.039.5

ЯКОВЛЕВ Р.В., НИКОЛАЕВ Д.С., ГРИГОРЬЕВ М.А., КУРИЦИН Д.Д., НЕЧУНЕЕВ Д.С.,  
ПЕТУНИН М.А., МАЛЫГИН Д.С., ДЕМКИНА Т.Д., СУГЛИЦКАЯ Л.М.

## **ПРИМЕНЕНИЕ РЕАКТОРОВ С НАТРИЕВЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ В КАЧЕСТВЕ ГОЛОВНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ НА АТОМНОМ ЛЕДОКОЛЬНОМ ФЛОТЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время во всём мире имеется колоссальный интерес к реакторам на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем. Это объясняется тем, что благодаря таким реакторам имеется возможность реализации замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ).

Такие установки позволяют повысить использование потенциала ядерного топлива с 3% до 30%. В настоящий момент Россия является лидером в опыте успешной эксплуатации таких установок. Сейчас в составе АЭС работают два действующих подобных энергоблока – БН-600 и БН-800, активно готовятся к строительству энергоблока с реактором БН-1200М. Также имеется опыт создания реакторной установки БН-350 (1973-1999 годы эксплуатации) и опыт в создании и эксплуатации широкой стендовой базы с подобными реакторами на базе «ГНЦ НИИАР», где с 1969 года успешно эксплуатируется установка БОР-60, а до 2028 года планируется ввести в эксплуатацию многоцелевой быстрый натриевый реактор (МБИР).

Все эти факты говорят о том, что в нашей стране накоплен огромный опыт в безопасной и успешной эксплуатации реакторов с натриевым теплоносителем. Увеличение количества подобных реакторов активно бы способствовало дальнейшему развитию ЗЯТЦ, увеличению энергетической обеспеченности нашей страны.

В данном тезисе рассматривается возможность применения подобных установок в качестве головных для атомного ледокольного флота России, который обеспечивает решение стратегически важных задач в Арктике и на Северном морском пути (СМП).

На данный момент на всех действующих атомных ледоколах применяются реактора с водяным теплоносителем. Применение установок малой мощности с натрием позволило бы увеличить манёвренные характеристики ледоколов за счёт более высокого КПД таких установок, обеспечить более высокое использование потенциала ядерного топлива. Применение натрия в атомных подводных лодках позволяет увеличить длительность их

работы без перерывов на подпитку топливом, что повышает их мобильность и боеготовность, однако требует строгого соблюдения всех мер безопасности.

---

**Бельтюков, А. И.,** Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем/ Бельтюков, А.И. [и др.] // Издательство Уральского университета. – 2013. – 54

УДК 681.586.5

ГУСЕВ А.В., ИШКАЕВ Т.М., НАСЫБУЛЛИН А.Р.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗОНАНСНОЙ ЧАСТОТЫ И ДОБРОТНОСТИ РЕЗОНАНСНЫХ ДАТЧИКОВ

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

Для оценки параметров диэлектрической и магнитной проницаемости материалов могут быть применены различные виды СВЧ-датчиков [1], в том числе построенные на резонансных эффектах. Для корректного пересчета полученных значений изменения амплитуды и фазы сигнала в искомые величины, необходимо проводить калибровку датчика. Подобная операция позволяет снизить ошибку при пересчете и повысить точность отображаемых величин.

Алгоритм калибровки основан на расчете добротности датчика [2]. После получения данных с преобразователя (датчика) в виде массива данных, выделяется резонансная частота ( $f_0$ ), полоса пропускания ( $\Delta f$ ), амплитуда резонанса ( $S_{max}$ ). Выбранные данные пересчитываются по (1)

$$|S_{21}(f)| = A_1 + A_2 * f + \frac{|S_{max}| + A_3 * f}{\sqrt{1 + 4 * \left(\frac{f - f_0}{\Delta f}\right)^2}} \quad (1)$$

Параметры  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  – выбираются произвольно в начале подгонки, в дальнейшем путем подбора формируется аппроксимирующая функция, максимально приближенная к полученным (измеренным) частотным зависимостям КП. Основываясь на известных значениях частоты и амплитуды резонанса КП, производится подбор параметров аппроксимирующей функции до тех пор, пока погрешность отклонения экспериментальных и теоретических данных не составит меньше, чем  $10^{-3}$ .

После этого, проводится расчет добротности резонанса (2), на частоте  $f_0$  для дальнейшей калибровки преобразовательного элемента.

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f}. \quad (2)$$

Частотная зависимость, полученная по (1), является кривой Лоренца. Данная методика оценки добротности резонанса имеет большую точность при наличии шумов, нежели чем наиболее часто применяемый способ, основанный на расчете полосы пропускания по уровню -3 дБ.

#### *Библиографический список*

1. **Ишкаев, Т.М.** Применение непланарных микрополосковых СВЧ-структур для контроля диэлектрических параметров жидкостей и твердых материалов / Т.М. Ишкаев, А.Р.

Насыбуллин, Р.В. Фархутдинов, Р.Р. Самигуллин // Южно-Сибирский научный вестник. – 2021. – № 6. – С. 56-61.

2. **Paul J. Petersan** Measurement of resonant frequency and quality factor of microwave resonators: Comparison of methods / P.J. Petersan, S.M. Anlage // J. of applied physics. – 1998. – Vol.84, No.6. – P. 3392-3402.DOI: 10.1063/1.368498.

УДК 621.3.012.8

ИЛЬЯСОВ С.А.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАССИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время развитие бортовой аппаратуры спутниковой навигации идет в сторону уменьшения габаритных размеров и повышения скорости работы приборов. Высокоскоростные микросхемы цифровой обработки при своей работе создают помехи в системе питания с широким частотным спектром вплоть до десятков гигагерц. Одна из главных задач при проектировании системы распределения питания на печатной плате – снижение амплитуды колебания напряжения питания до такого уровня, при котором все элементы устройства работают с расчетным запасом по надежности. В связи с этим при разработке плат необходимо учитывать паразитные характеристики пассивных компонентов, используемых в устройстве. На данный момент в системах автоматизированного проектирования (САПР) нет математических моделей отечественных пассивных элементов, что не позволяет точно оценить результат при проектировании того или иного устройства. Именно поэтому данная тема является актуальной.

В докладе представлены результаты измерений  $S$  - параметров и анализа импеданса для реальных пассивных компонентов, используемых в системе питания бортовой аппаратуры. В ходе исследования была спроектирована и изготовлена оснастка для измерения  $S$  – параметров и импеданса. Оснастка представляет собой двухслойную печатную плату с микрополосковой линией посередине, для подключения генератора и приемника ВЧ-сигнала с торцов запаяны ВЧ-соединители типа SMA. Размеры полоска и зазоров рассчитаны для целевого волнового сопротивления 50 Ом. Собственные параметры оснастки были измерены и учитываются при анализе результатов на векторном анализаторе цепей.

Для измерения паразитных характеристик по центру к плате припаивались исследуемые пассивные элементы в чип-исполнении (резисторы, керамические конденсаторы, катушки индуктивности). Измерения резисторов показали, что до определённой частоты значение импеданса того или иного резистора практически не изменяется, а после имеет индуктивный характер и может отличаться от первоначального значения в 2 раза. Этот факт стоит учитывать, так как на определённых частотах рассеяние мощности на резисторе может превысить его номинальное значение и вывести данный резистор из строя. На частотной характеристике реального конденсатора, мы видим существенные отличия от идеального конденсатора, при достижении определённой частоты (резонанса) он перестаёт быть конденсатором и ведёт себя, как индуктивность. Резонансная частота у каждого конденсатора разная и она зависит от нескольких факторов. По результатам измерений видно, что наибольшее влияние оказывают номинальная емкость и размеры корпуса. Измеренные параметры  $S$  матрицы были импортированы в САПР для сравнения с моделями аналогичных импортных элементов. Сравнение показало, что измеренные нами отечественные компоненты имеют схожие с импортными частотные

характеристики, что объясняется схожими технологиями изготовления. Исходя из полученных результатов, в САПР была разработана эквивалентная схема реального керамического конденсатора и подобраны параметры модели для соответствия реальным измерениям.

Полученные результаты будут использованы для создания библиотеки математических моделей отечественных компонентов и будут использованы при моделировании печатных плат, заменяя дорогостоящие реальные испытания.

УДК 621.396.677

КРЮЧКОВ Е.И., БИРЮКОВ В.В., РАЕВСКИЙ А.С., ЩЕРБАКОВ В.В.

### **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ НАПРАВЛЕННОСТИ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для создания требуемой формы диаграммы направленности (ДН) фазированной антенной решетки (ФАР) и ориентации ее максимума в пространстве необходимо сформировать на выходе диаграммообразующей схемы (ДОС) каждого антенного элемента соответствующее амплитудно-фазовое распределение (АФР).

В число основополагающих факторов, ограничивающих направленные свойства ФАР, входят погрешности питания, фазирования и установки фазовых центров отдельных излучателей [1]. Все это влечет за собой снижение коэффициента направленного действия (КНД) за счет несовпадения реального и расчетного направления максимума ДН.

Разработанный алгоритм позволяет рассчитать величину снижения КНД при учете технологических погрешностей ФАР с произвольным расположением элементов. Анализ производится путем статистического усреднения ансамбля реализаций, полученных в результате проведения многократных расчетов для равномерно распределенных погрешностей при случайных наборах параметров.

Сначала рассчитывается КНД без учета влияния каких-либо погрешностей. В этом случае входными параметрами являются направление приема сигнала (зенитный и азимутальный углы), рабочая частота навигационной системы, а также расположение элементов на плоскости, определяемое координатами вдоль горизонтальной и вертикальной осей. После проведения алгоритмических операций рассчитывается значение КНД в дБ.

Также с помощью случайной функции с равномерно распределенной вероятностью задаются величины, имитирующие появление случайных фазовых набегов (СФН), снижение амплитуды сигнала и смещения антенных элементов ФАР соответственно. На основе анализа сходимости результатов в зависимости от числа реализаций было определено достаточное количество реализаций для статистического усреднения, равное 500. Усреднение по ансамблю реализаций позволяет найти математическое ожидание и среднеквадратичное отклонение величины КНД. Однако на практике часто необходимо знать наихудшее из возможных значений.

В результате применения алгоритма выявляется максимально возможная величина снижения КНД в дБ как при учете сразу трех рассматриваемых погрешностей, так и при учете их по отдельности. Стоит также отметить, что вне зависимости от расположения элементов ФАР величина снижения КНД при появлении ошибок определения фазовых центров отдельных излучателей зависит от направления максимума ДН. В то время как нарушение АФР в следствие появления СФН и снижения амплитуды одинаково влияет на снижения КНД при отклонении максимума ДН.

### Библиографический список

1. **Титов М.Ю.** Влияние технологических погрешностей изготовления на характеристики направленности апертурных ФАР / Титов М.Ю. // Вестник МГТУ МИРЭА. – 2015. – № 4. – с. 180-185.
2. **Марков Г.Т.** Антенны. Учебник для студентов радиотехнических специальностей вузов / Г.Т. Марков, Д.М. Сазонов. Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: «Энергия», 1975. – 528 с.

УДК 621.396.67.012.12

КУЗЯЕВ А.С., РАЕВСКИЙ А.С.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ПО ИЗЛУЧАЮЩИМ ЭЛЕМЕНТАМ ФАЗЫ И АМПЛИТУДЫ ТОКА, ИЗГИБА АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ НА ЕЕ ДИАГРАММУ НАПРАВЛЕННОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Антенные решетки в настоящее время остаются предметом активных исследований. Одним из направлений изучения являются конформные антенные решетки. Возникает необходимость рассмотреть влияние изгиба поверхности, фазы и амплитуды тока на диаграмму направленности (ДН).

В работе проводится математическое моделирование ДН пятиэлементной линейной антенной решетки с элементами вида  $\sin(\varphi)$  при изменении изгиба поверхности, фазы и амплитуды тока в элементах. Построение диаграммы выполняется в среде Mathcad15. Вводится параметр  $g$ , характеризующий во сколько раз радиус кривизны превышает расстояние между элементами решетки.

ДН можно определить, как [1]:

$$\tilde{f}(\varphi) = \tilde{f}_0(\varphi) \cdot \left[ \sum_{n=-M}^M \dot{I}_n \cdot \exp(ink \cdot \Delta r) \right], \quad (1)$$

где:  $\tilde{f}_0(\varphi)$  – комплексная ДН элемента,  $\dot{I}_n = I_n \cdot \exp(-i\psi_n)$  – комплексная амплитуда тока в  $n$ -м элементе ( $I_n$  – амплитуда тока,  $\psi_n$  – фаза тока),  $\varphi$  – угол сканирования,  $M$  – число элементов с каждой стороны от центрального,  $k$  – волновое число,  $\Delta r$  – разность хода луча между центральным и соседним к нему элементом.

На рис. 1 представлены ДН в зависимости от  $\varphi$  при разности фаз тока в соседних элементах  $\psi = 90^\circ$ , амплитудном распределении  $I_{-2} = 0,7$ ,  $I_{-1} = 0,85$ ,  $I_0 = 1$ ,  $I_1 = 0,85$ ,  $I_2 = 0,7$  (шаг изменения  $step = 0,15$ ) и значениях  $g = 1000, 20, 9$  для обоих случаев. Длина волны  $\lambda = 0,1875$  м. Расстояние между элементами  $d = \lambda/2$ .

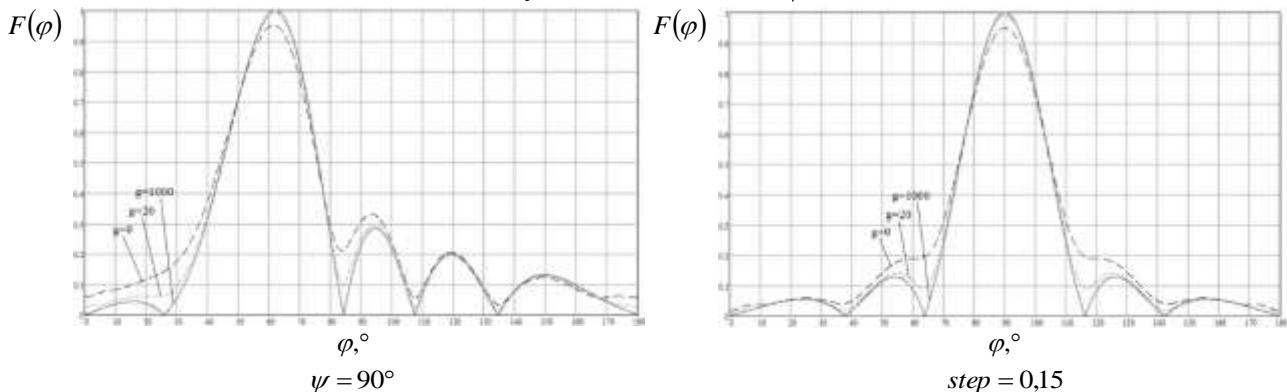


Рис. 1. Результаты моделирования ДН



Из результатов моделирования можно сделать вывод, что с уменьшением параметра  $g$  ширина главного лепестка увеличивается, уменьшается его уровень, увеличивается уровень боковых лепестков относительно главного, увеличиваются минимумы между лепестками.

---

**Кочержевский, Г.Н.** Антенно-фидерные устройства: учебник для вузов / Г.Н. Кочержевский, Г.А. Ерохин, Н.Д. Козырев. – М.: Радио и связь, 1989. – 352 с.: ил.

УДК 621.376

МАРКОВ А.А., БИРЮКОВ В.В.

## **МОДУЛЯЦИЯ В БЕСПРОВОДНОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ СУБТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире существует потребность постоянного роста скорости передачи информации. Сигналы терагерцового диапазона частот могут быть использованы для передачи больших объёмов информации. Изучение беспроводной линии связи субтерагерцового диапазона частот актуально, так как этот диапазон обладает большей пропускной способностью, скоростью передачи данных по сравнению с микроволновыми частотами, а также меньшими габаритами устройств. Однако возникает потребность в новых технических решениях для реализации устройств передачи информации. В данной работе изучаются способы модуляции информационного сигнала для его передачи в субтерагерцовом и терагерцовом диапазонах частот.

Для диапазона выше 100 ГГц в настоящее время нет возможности прямой модуляции несущего колебания, так как на коммерческом рынке не существует модуляторов и источников сигнала данного диапазона. Поэтому используется умножение частоты и перенос модулированного колебания сравнительно низкой частоты в нужный диапазон.

Имеющиеся на рынке умножители частоты в этом частотном диапазоне имеют достаточную выходную мощность, однако такая схема передатчика не позволяет передать на выход ни фазовую, ни квадратурную модуляции без искажений. Единственный вид модуляции, подходящая для такой схемы, – это амплитудная манипуляция.

В схеме передатчика можно полностью отказаться от модулятора как отдельного узла схемы, и для совершения амплитудной манипуляции использовать нелинейный элемент умножителя частоты. Для осуществления такого способа манипуляции на вход умножителя частоты следует через направленный ответвитель подать сумму высокочастотного колебания от генератора и модулирующего сигнала.

При осуществлении данного способа модуляции рекомендуется использовать наименьший коэффициент умножения и минимизировать количество циклов умножения для сохранения формы выходного сигнала и ширины спектра. Это позволит передавать более широкополосный сигнал, что дает возможность увеличить скорость передачи информации. Использование одного умножителя позволяет минимизировать искажения, однако ужесточаются требования к параметрам диодов в устройстве и к амплитуде сигнала задающего генератора.

### *Библиографический список*

1. **Goutam Chattopadhyay** “Technology, Capabilities, and Performance of Low Power Terahertz Sources” in IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology, vol. 1, no. 1, pp. 33-47, September 2011, doi: 10.1109/THZ.2011.2166291.
2. **Бирюков В.В.** Беспроводная система связи в субтерагерцовом частотном диапазоне / В.В. Бирюков, В.Л. Вакс, А.С. Раевский, В.В. Щербаков – Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева. -№2(99). – [06.05.2012]. – С. 22-33.
3. **Щитов А. М.** Широкополосные умножители частоты миллиметрового диапазона (26,5–110 ГГц) / А.М. Щитов, Д. И. Дюков, Ю. И. Чеченин // Вестник ВВО АТН РФ. Серия «Высокие технологии в радиоэлектронике». 1997. № 1 (3). С. 91–96.

УДК 621.372.825

МУЛИНА Е. М.

### **РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧИ СВЧ С ГОФРИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ЭКРАНА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современных системах связи и передачи данных, включая беспроводные системы связи, радиолокационные системы, устройства медицинской диагностики, находят применение сверхвысокочастотные (СВЧ) линии передачи с гофрированной поверхностью экрана, такие как коаксиальные кабели и волноводы.

Расчет характеристик гофрированных линий передачи СВЧ: фазовой постоянной волны, погонной емкости и индуктивности, коэффициента затухания необходим для разработки и проектирования сверхвысокочастотных устройств. На эти характеристики существенное влияние оказывают параметры гофра – глубина и период. Приближенный расчет указанных характеристик гофрированных линий передачи по среднему радиусу экрана, например, погонной емкости коаксиального кабеля [1], приводит к значительной погрешности. В связи с этим тема настоящего доклада, где представлены результаты расчета характеристик передачи гофрированных коаксиального кабеля и круглого волновода с учетом параметров гофра, представляет значительный научный и практический интерес.

Расчет погонных характеристик гофрированного кабеля – емкости и индуктивности производился квазистатическим методом [1]. На основе геометрических параметров, представленных производителями реальных кабелей, были рассчитаны их характеристики, которые были сопоставлены с данными производителей.

Расчет фазовой постоянной симметричной электрической волны в круглом гофрированном волноводе производился импедансным методом.

На начальном этапе, используя уравнение Максвелла, записанное для малого контура, который частично проходит по поверхности гофрированного волновода и по границе его аксиальной области, выводится импедансное граничное условие, связывающее поле на поверхности гофра с полем на границе аксиальной области.

При составлении дисперсионного уравнения поле для волны  $E_{01}$  записывается в виде набора пространственных гармоник. Подчиняя составляющие поля на границе аксиальной области импедансному граничному условию, получаем систему уравнений, в которые входит зависимость от продольной координаты. Приравнявая нулю отдельные слагаемые уравнений с одинаковой продольной зависимостью, приходим к системе однородных линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) относительно неизвестных амплитудных коэффициентов в разложении поля. Дисперсионное уравнение получается из условия нетривиальности решений СЛАУ.

Численные исследования производились с учетом только основной пространственной гармоники при условии, что на рабочей частоте длина волны в волноводе много больше периода гофра. В этом приближении было исследовано влияние параметров гофра на дисперсионные характеристики.

---

Гальперович Д. Я. Радиочастотные кабели / Д. Я. Гальперович, А. А. Павлов, Н. Н. Хренков. — Москва : Энергоатомиздат, 1990. — 256 с.

УДК 535.8

ОЛЬХОВА М.С.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ЗАДЕРЖКИ В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА ФАЗОВОГО СДВИГА ДЛЯ РАДИОФОТОННЫХ ДИАГРАММООБРАЗУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для фазированной антенной решетки (ФАР) необходимо иметь возможность изменять фазу подаваемого сигнала на каждом элементе антенной решетки, чтобы создавать нужную диаграмму направленности. В настоящее время наблюдается большой интерес к применению радиофотонных и волоконно-оптических технологий при построении диаграммообразующих устройств, поскольку они имеют ряд преимуществ, таких как высокая точность и стабильность, высокая скорость переключения, широкий диапазон частот, низкие потери, а также компактность и легкость.

Простейший способ получения задержки и, следовательно, фазового сдвига радиочастотного сигнала – использование волоконно-оптической линии задержки (ВОЛЗ). Для передачи информации в ВОЛЗ может быть применена как внешняя модуляция оптической несущей (например, с помощью модулятора интенсивности Маха-Цандера), так и непосредственно модуляция тока накачки лазерного излучателя.

Для корректировки времени задержки в небольших пределах можно использовать волоконные брэгговские решетки. На рис. 1 представлена блок-схема исследуемой ВОЛЗ с внешним электрооптическим модулятором, волоконным циркулятором и волоконной брэгговской решеткой.

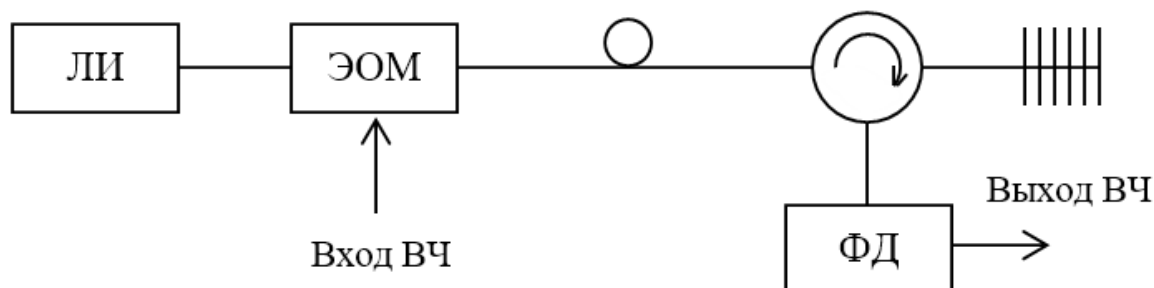


Рис. 1. Блок-схема ВОЛЗ с использованием ВРБ

---

Горшков Б.Г. Волоконно-оптическая управляемая линия задержки для широкополосных активных фазированных антенных решеток // Радиотехника, – 2010, – №10, – С. 30-36.

**ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СФОКУСИРОВАННЫХ ПОЛЕЙ  
С НЕТРИВИАЛЬНЫМИ СПЕКТРАЛЬНЫМИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯМИ**

Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А. Н. Туполева-КАИ

В настоящее время широкополосные сфокусированные поля с нетривиальными спектральными распределениями являются предметом значительного интереса в области радиотехники, поскольку они широко применяются в различных областях, таких как космические исследования, радиолокация, связь и другие.

Широкополосные и сверхширокополосные сигналы находят все большее применение в современной антенной технике и различных радиотехнических системах.

Традиционные оценки характеристик антенн, работающих с узкополосными сигналами не всегда должным образом отражают свойства широкополосных антенн, хотя бы ввиду наличия частотной зависимости диаграммы направленности антенны. Следовательно важным является оценка характеристик антенн с учетом спектрального состава сигнала, а также учитывая способы его обработки в приемной аппаратуре.

В последние годы наблюдается тенденция к развитию ряда радиотехнических средств, в которых в силу их функционального назначения антенны должны создавать электромагнитные поля с требуемой пространственной структурой.

К ним в первую очередь относятся радиосредства радиоволновой диагностики, как технической, так и медицинской, радиотехнические средства ближней радиолокации, а в том числе сверхширокополосной, радиотехнические и телекоммуникационные системы.

Оценка параметров широкополосных сфокусированных полей с таким распределением имеет большое значение как теоретически, так и практически.

Решение этой проблемы может привести к созданию более эффективных и точных радиотехнических средств и способствовать развитию новых технологий и техники, которые будут применяться в различных отраслях науки и промышленности.

Таким образом, сфокусированные широкополосные поля и их спектральные характеристики представляют интерес для изучения и рассмотрения хотя бы потому, что их применения в ряде областей прикладной радиотехники имеет большие перспективы.

В докладе представлены результаты оценки влияния нетривиальности спектральных распределений широкополосных сфокусированных полей на их параметры.

Для оценки была выбрана схема с антенной решеткой, состоящая из пяти антенн, сфокусированных в одной точке. Были оценены напряженность поля, уровни боковых лепестков и размеры области фокусировки.

---

Седельников Ю.Е. Антенны, сфокусированные в зоне ближнего излученного поля / Ю.Е. Седельников, Д.А. Веденькин; под редакцией Ю.Е. Седельникова. – Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т - Красноярск, 2015 – 308 с.

**РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО СТЕНДА УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ РАДИОРЕЛЕЙНОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ NEC IPASOLINK 200**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Радиорелейные линии связи (РРЛ) широко используются в нашей жизни для передачи больших объемов данных между удаленными точками, в частности, они наряду с волоконно-оптическими выполняют роль магистральных линий связи.

Эти линии имеют ряд Их преимуществом перед проводными линиями связи является отсутствие необходимости прокладки кабельной линии.

В современных сотовых сетях РРЛ работают на в различных частотных диапазонах от 2,4 ГГц до 80 ГГц, скорость передачи данных с может варьироваться от 2,5 Мбит/с до 10 Гбит/с в зависимости от поколения оборудования и длины интервала.

Одной из важнейших составляющих качественной радиорелейной сети является система управления и мониторинга параметров, служащая для контроля качества работы канала связи и изменения параметров.

В докладе рассматриваются основные задачи, которые решались при создании учебного стенда управления параметрами РРЛ.

Первая задача заключалась в сборке и настройке РРЛ интервала. Для этого в лаборатории был собран радиорелейный пролет на базе NEC IPASOLINK 200 и настроен для работы. В качестве проверки работоспособности пролета были переданы данные, с одной стороны, на другую.

Вторая задача заключалась в создании удобного и качественного интерфейса программы, содержащего два основных окна, разделенных между собой, содержащих различные элементы интерфейса такие как: окно вывода информации, кнопки старта, кнопки изменения параметров, выпадающие списки.

Третья задача – в написании алгоритма. Для упрощения процесса управления параметрами радиорелейной линии связи в среде разработки PyCharm, на языке Python, которая с помощью специальных запросов к оборудованию – OID и с помощью стандартного интернет-протокола SNMPv3 позволяет изменять основные параметры пролета, такие как полоса, мощность, модуляция, частота, часовой пояс и т.д., а также осуществлять мониторинг параметров пролета РРЛ.

Использование данной программы позволяет упростить и автоматизировать процесс управления радиорелейным пролетом, а также ускорить и улучшить процесс изучения основ работы с таким оборудованием, и основных физических процессов, которые описывают работу РРЛ интервала.

Созданный учебный стенд будет использоваться в процессе подготовки студентов, обучающихся по направлению 11.03.03 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЛНОВОДНО-ПОЛОСКОВЫХ ПЕРЕХОДОВ СВЧ И ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В радиотехнической отрасли постоянно растёт уровень требований, предъявляемых к частотным характеристикам устройств СВЧ, КВЧ и оптического диапазонов (радиорелейные линии, радиолокаторы, радиотелескопы и др.), которые в значительной степени зависят от характеристик устройств волноводного тракта. В настоящее время направляющая система, помимо собственно фидера (волновода, коаксиальной линии и т.п.), включает большое число различных фидерных устройств, фильтрующих, согласующих, ответвляющих, суммирующих и др. Частотные характеристики указанных устройств должны удовлетворять жёстким требованиям.

Неотъемлемым элементом проектируемых схем являются переходные устройства, обеспечивающие согласование направляющих систем различного типа и имеющие значение коэффициента стоячей волны (КСВ) близкое к единице во всём рабочем диапазоне частот.

В докладе рассматриваются возможные конструкции волноводно-полосковых переходов и способы повышения их широкополосности. Приводятся результаты решения нескольких задач моделирования волноводно-полосковых переходов различных диапазонов в программном пакете Ansys HFSS.

Первая задача заключалась в моделировании стыка коаксиальной линии (КЛ) и микрополосковой линии (МПЛ) – коаксиально-полоскового перехода (КПП) – с соосным соединением центральных проводников. Рассмотрено несколько вариантов расположения поперечных сечений стыкуемых линий относительно друг друга. Также было проведено моделирование указанного стыка для различных значений материала подложки МПЛ. Были получены зависимости от частоты параметров  $S_{11}$  – коэффициента отражения и  $S_{12}$  – коэффициента передачи и картины распределения электромагнитного поля на различных частотах. Моделирование показало, что уменьшение радиуса внутреннего проводника коаксиальной линии до 0,1 мм приводит к исчезновению осцилляций S-параметров в полосе пропускания.

Вторая задача заключалась в моделировании КПП с резистивными плёнками. Предполагалось, что наличие резистивных включений позволит расширить диапазон рабочих частот КПП. Рассматривались три варианта КПП с резистивными плёнками – структура, в которой вдоль всей границы нижнего слоя подложки размещён резистивный слой, структура с резистивными плёнками, периодически расположенными вдоль границы нижнего слоя подложки и структура с резистивными включениями, расположенными под углом к полоску. Для этих структур были также получены зависимости от частоты параметров  $S_{11}$  и  $S_{12}$ , а также картины распределения электромагнитного поля. Как показало моделирование, только первая структура даёт заметное расширение диапазона рабочих частот КПП, но при этом снижается коэффициент передачи и увеличивается коэффициент отражения перехода.

Третья задача заключалась в моделировании волноводно-полоскового перехода оптического диапазона – перехода с круглого открытого диэлектрического волновода на планарный диэлектрический волновод для случаев, когда волноводы окружены вакуумом и диэлектриком. Для этих структур были также получены зависимости от частоты параметров  $S_{11}$  и  $S_{12}$ , а также картины распределения электромагнитного поля.

## РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОГЛАСОВАННОЙ СВЧ-НАГРУЗКИ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ, ОХЛАЖДАЕМОЙ ЖИДКОСТЬЮ

<sup>1</sup> Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

<sup>2</sup> «Научно-производственное предприятие Юнион»

Создание нагрузок большой мощности, работающих в широком диапазоне частот вызывает трудности, связанные с потребностью внесения технологических решений, которые обеспечат оптимальный уровень теплоотдачи при хорошем согласовании нагрузки с СВЧ-трактом. В докладе на основе строгого электродинамического метода [1] производится расчет, и приводятся результаты проектирования согласованной СВЧ-нагрузки большой мощности, охлаждаемой водой (рис.1). Области I, II, III – коаксиальные волноводы. В области IV происходит поглощение СВЧ-энергии и преобразование в тепловую энергию охлаждающей жидкости. Путём решения задачи дифракции методом сечений и методом частичных областей получаем СЛАУ относительно амплитуд волн областей I-IV и находим коэффициенты. Таким образом, определили геометрические размеры, при которых КСВН в рабочем частотном диапазоне (до 1300 МГц) будет наименьшим (рис.2).

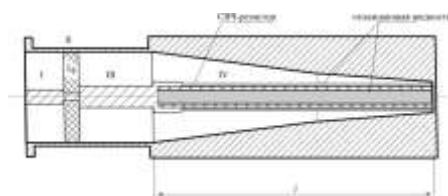


Рис. 1.

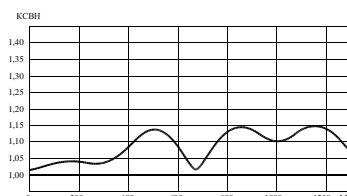


Рис. 2.

**Бударагин Р.В.** Расчет плавных переходов в коаксиальной линии передач / Р.В. Бударагин, А.А. Радионов, А.А. Титаренко // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. – 2001. – Т. 4. – № 2. – С. 53-57.

## РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ФИЛЬТРА НА ОСНОВЕ ДВУХКАСКАДНОЙ ДЛИННОПЕРИОДНОЙ ВОЛОКОННОЙ РЕШЕТКИ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ СЕРДЦЕВИНЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Световоды со вставками нестандартных волокон получили широкое распространение в волоконно-оптической технике. Среди таких структур выделяют ДПВР, на основе которой изготавливают, например, волоконно-оптические фильтры [1]. В докладе предложена электродинамическая модель такого фильтра, алгоритм расчета структуры на основе «базовой неоднородности» (рис. 1) и представлены полученные результаты расчета. При расчете приняли допущение, что каждый стык волокон – соединение регулярных отрезков волноводов с постоянными параметрами. Путём решения задачи дифракции

электродинамическими методами находим коэффициенты прохождения и отражения структуры.

Спектр заграждения фильтра является многополосным, количество полос определяется геометрией. На рис. 2 изображен спектр при  $T=244$  мкм,  $L_b=2,5$  см,  $L=0,8906$  см.

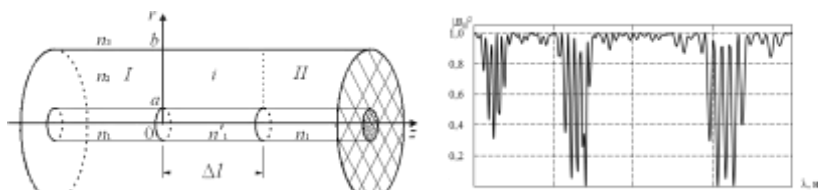


Рис. 1.

Рис. 2.

Расчет двухкаскадной длиннопериодной волоконной решетки показателя преломления / Р. В. Бударгин, М. И. Курзенков, А. А. Радионов, З. Ю. Саласенко // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. – 2022. – Т. 25. – № 3. – С. 73-81.

УДК 621.396.67

СКОРЫНИН Я.В., МАЛАХОВ В.А., ЩЕРБАКОВ В.В.

## **РАЗРАБОТКА ПОЛОСКОВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ, РАСПОЛОЖЕННОЙ НА ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ, ДЛЯ АППАРАТУРЫ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время большое распространение получили спутниковые радионавигационные технологии. На их основе создаются навигаторы различного назначения, от геодезической и специальной аппаратуры до бытовых навигаторов, а также аппаратура частотно-временной синхронизации.

Полосковые ФАР, используемые в навигаторах, не имеют выступающих элементов, имеют малую массу, низкую стоимость, обладают конформностью – возможностью в наибольшей степени по сравнению с другими типами антенных устройств следовать за формой объекта, на котором они располагаются. Последнее полезное свойство особенно важно при расположении ФАР на поверхности быстродвижущегося объекта (автомобиль, самолет, ракета и т.д.), где она не влияет на аэродинамические свойства объекта. Большинство поверхностей таких объектов являются цилиндрическими: параболическая, гиперболическая, эллиптическая - цилиндрические поверхности. В связи с этим тема доклада является актуальной.

Важной проблемой полосковых конформных ФАР является возможность выполнить расчет их основных параметров и характеристик. Для случая плоских ФАР, в этом случае, используется теорема перемножения, которая предполагает одинаковое расположение элементов АР в пространстве. У конформных АР элементы располагаются неодинаково и строго говоря теоремой перемножения пользоваться нельзя. Однако при больших радиусах закругления боковая цилиндрическая поверхность мало отличается от плоской, поэтому с определенной степенью приближения можно воспользоваться теоремой перемножения.

Целью доклада является определить область применимости теоремы перемножения для расчета полосковой АР, расположенной на цилиндрической поверхности, направляющей которой является окружность определенного радиуса. Для достижения этой цели проводились, с одной стороны, расчеты параметров и характеристик (положение ДН в



пространстве или КНД или ширина главного лепестка ДН) такой АР с применением теоремы перемножения, а с другой - аналогичные характеристики, рассчитанные с помощью САПР Ansys HFSS. Результаты этих расчетов сравнивались между собой в зависимости от радиуса цилиндрической поверхности.

В докладе приводятся результаты расчета параметров и характеристик полосковой АР, расположенной на цилиндрической поверхности, которые сравниваются с плоской АР.

По результатам расчета с помощью теоремы перемножения и САПР дается рекомендация возможности применимости теоремы перемножения для расчета полосковой ФАР, расположенной на цилиндрической поверхности, направляющей которой является окружность определенного радиуса.

УДК 621.373

ТИМОФЕЕВ А.А.

## **ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ ГЕНЕРАТОР С АКТИВНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Технологичной особенностью оптоэлектронных генераторов (ОЭГ) является совокупное использование твердотельных компонентов современной ВЧ и СВЧ оптоэлектроники, волоконных световодов и традиционной элементной базы СВЧ/КВЧ техники. Особенностью его работы является многочастотный характер генерируемых колебаний, для которых выполняются условия баланса амплитуд и баланса фаз. В ОЭГ резонансной системой выступает отрезок оптического волокна, который влияет на параметры схемы. С увеличением длины оптического волокна уменьшаются уровень ЧМ-шумов, что является положительным эффектом, но увеличивается расстояние между соседними модами ОЭГ, что затрудняет их фильтрацию с помощью полосно-пропускающего фильтра (ППФ). Длина волоконно-оптического тракта должна выбираться, исходя из компромисса между уровнем шумов и требованием к полосе пропускания фильтра.

Решением этой проблемы стало использование двухконтурной схемы ОЭГ [1]. Двухконтурная схема позволяет значительно расширить расстояние между модами при сохранении низкого уровня ЧМ-шумов. Таким образом, расстояние между соседними модами определяется параметрами волоконного тракта меньшей длины, а фазовый шум генератора, зависит от параметров волоконного тракта большей длины.

Для компенсации потерь, возникающих в первую очередь при электрооптическом и оптоэлектронном преобразовании в ОЭГ, применяется как оптическое, так и электронное усиление. В ОЭГ с электронным усилением фазовый шум ограничен фликкер-шумом СВЧ-усилителя. Таким образом, снижение собственного фазового шума усилителя, компенсирующего потери в контуре обратной связи, является основным методом уменьшения фазового шума ОЭГ. Большой интерес представляет использование оптических усилителей в волоконно-оптической линии задержки вместо электронных [2]. Полностью оптическое усиление потенциально позволяет снизить фазовый шум ОЭГ. Использование оптического усилителя на легированном эрбием волокне можно оптимизировать для получения наиболее низкого шума в режиме насыщения при входной мощности оптической несущей более минус 10 дБм, что является типичным для ОЭГ. С помощью модели Лисона можно определить фазовый шум и составляет величину порядка минус 146 дБн/Гц.

### ***Библиографический список***

1. Leeson, D. B. A simple model of the feedback oscillator noise spectrum / D. B. Leeson // Proceedings of the IEEE, 1966, Vol. 54, № 2. – pp.329–330.

2. K. Mikitchuk, A. Chizh and S. Malyshev, "Modeling and Design of Delay-Line Optoelectronic Oscillators," IEEE J. of Quant. Electronics, vol. 52, no. 10, pp. 1-8, Oct. 2016.

УДК 621.396

ТИТАРЕНКО К.С., ВЕДЕНЬКИН Д.А.

### **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРИЕМНИКА ШИРОКОПОЛОСНОГО СФОКУСИРОВАННОГО СИГНАЛА НА КАЧЕСТВО ПРИЕМА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ**

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева

Тема работы связана с изучением процесса приема электромагнитного поля с использованием широкополосного приемника. Широкополосный приемник - это устройство, которое предназначено для приема электромагнитных сигналов с большой полосой пропускания.

В работе исследуется влияние весовых коэффициентов на качество приема электромагнитного поля. Весовые коэффициенты используются для настройки приемника на определенные параметры сигнала, такие как частота, уровень шумов и другие. При правильной настройке приемника, можно достичь более высокого качества приема и улучшить эффективность передачи данных.

В работе будут рассмотрены различные методы оценки качества приема сигнала и модели приемника широкополосного сигнала, которые используются для анализа влияния весовых коэффициентов на качество приема электромагнитного поля. Также будут проведены эксперименты с использованием приемника широкополосного сигнала для оценки влияния весовых коэффициентов на качество приема электромагнитного поля.

Результаты работы могут быть использованы для улучшения производительности приемников широкополосного сигнала и повышения эффективности передачи данных в радиотехнических системах. Кроме того, полученные результаты могут быть использованы для дальнейших исследований в области радиотехники и электроники.

Целью работы является исследование влияния весовых коэффициентов приемника широкополосного сфокусированного сигнала на качество приема электромагнитного поля.

Одним из основных новшеств данной работы является исследование влияния весовых коэффициентов на качество приема электромагнитного поля при использовании широкополосного приемника. Ранее проведенные исследования в основном фокусировались на других параметрах приемника, таких как частотный диапазон, чувствительность, шумовая температура и т.д. Однако, весовые коэффициенты являются ключевыми параметрами приемника, которые также оказывают влияние на его производительность.

Практическая значимость данной работы заключается в возможности улучшения качества приема электромагнитного поля при использовании широкополосного приемника. Результаты исследования могут быть использованы для разработки и оптимизации приемников широкополосного сигнала, которые находят широкое применение в различных областях, таких как радиосвязь, радиолокация, беспроводные сети связи и т.д.

---

**Седельников Ю.Е.** Антенны, сфокусированные в зоне ближнего излученного поля / Ю.Е. Седельников, Д.А. Веденькин; под редакцией Ю.Е. Седельникова. – Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т - Красноярск, 2015 – 308 с.

УРМАН В.П., МАЛАХОВ В.А.

## **ЦИФРОВОЙ ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ СУБТЕРАГЕРЦОВОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из тенденций развития современных инфокоммуникационных технологий является освоение терагерцового частотного (ТГЧ) диапазона.

Использование терагерцовых волн представляет большой интерес для радиолокационных и телекоммуникационных систем, так как они обладают широкой полосой пропускания (несколько десятков гигагерц), что обеспечивает высокую пропускную способность сетей связи.

Несмотря на явные преимущества рассматриваемого диапазона, использование данной частотной области вносит сложности в работу сетей связи, в частности, связанные с необходимостью учитывать быстрое ослабление сигнала при распространении в атмосфере. Однако этот недостаток можно скомпенсировать применением узконаправленных антенн, при организации связи на расстоянии более 100 метров.

В качестве потенциальных вариантов для применения технологии беспроводной терагерцовой связи можно выделить:

- быстрая и высококачественная передача мультимедийного контента на длинные расстояния;
- беспроводная связь для интернета вещей (IoT), которая позволит создать многочисленные устройства для сбора, передачи и анализа данных в режиме реального времени;
- различные виды контроля и безопасности, такие как беспроводные системы безопасности и видеонаблюдения;
- беспроводная связь в промышленности, в том числе для мониторинга и управления производственными процессами и оборудованием. Все эти сферы и области требуют высокоскоростной, надежной и качественной беспроводной связи, что может быть обеспечено использованием терагерцовых технологий.

С целью исследования возможности организации связи в терагерцовом диапазоне в настоящее время активно проектируют различные системы связи, что представляет собой значительную научную и техническую сложность.

Основная проблема заключается в отсутствии отечественных компонентов, которые могут непосредственно работать в этой области частот.

В докладе описывается принцип работы макета субтерагерцовой линии связи и предлагается приемопередающий модуль, использующий протокол UDP, для передачи данных по этой линии связи. Для организации передачи цифровых данных необходимо связать источник информации (персональный компьютер с установленной специальной программой) и макет субтерагерцовой линии связи. Для этого используется цифровой блок, который выполняет функцию ретранслятора и организует аппаратное сопряжение.

Одной из задач является создание программы-сервера, использующей протокол UDP для передачи цифровых данных, а также ее пользовательское использование.

В докладе также приведены результаты успешной передачи цифровых данных по протоколу UDP через субтерагерцовую линию связи с использованием приемопередающего модуля.

**РАЗРАБОТКА И КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ УЗЛОВ  
ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОГО  
ВЫСОКОИНФОРМАТИВНОГО КАНАЛА СВЯЗИ С-ДИАПАЗОНА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Потребности общества в средствах передачи, приема и обработки информации растут с каждым годом. Именно этот фактор привел к исключительно высоким темпам развития техники связи на сверхвысоких частотах (СВЧ).

В настоящий момент в микроэлектронике СВЧ наиболее широко используются гибридно-интегральные схемы (ГИС). Применение полупроводниковых ГИС позволяет уменьшить потребляемую мощность, массу и стоимость СВЧ устройств, улучшить их характеристики и повысить надежность.

При производстве ГИС изготовленные отдельно активные и некоторые пассивные элементы напаиваются на диэлектрическую подложку, в которой заранее формируется остальная часть схемы. Как правило, в ГИС преимущественно используются бескорпусные полупроводниковые устройства. Это связано с тем, что металlostеклянные корпуса, обеспечивающие защиту кристаллов полупроводниковых приборов от механических воздействий, имеют значительные паразитные параметры [1].

Цель данной работы заключается в разработке приемно-передающего модуля для диапазона 6-8 ГГц, а именно разработке функциональной и принципиальной электрической схемы устройства, расчете основных блоков модуля и компьютерном моделировании блоков в САПР AWR Microwave Office и Ansys HFSS.

Главной и достаточно сложной задачей является разработка амплитудного и фазового модуляторов. Так как амплитудная модуляция обеспечивает помехозащищенность канала связи приемопередающего устройства, а фазовая его высокоинформативность. Сложность заключалась в обеспечении наилучших показателей устройств при минимальных массогабаритных показателях и возможности их работы при жестких механических климатических воздействиях.

Согласно разработанной функциональной схеме, данный модуль состоит из двух основных частей – приемной и передающей. Передающая часть модуля включает задающий генератор (ЗГ), направленный ответвитель (НО), вентиль, использующийся в качестве устройства защиты, три предварительных усилителя мощности (ПУМ1, ПУМ2 и ПУМ3), два амплитудных модулятора (АМ1 и АМ2), обеспечивающих основное затухание СВЧ сигнала в паузе между зондирующими импульсами, фазовый модулятор (ФМ) и усилитель мощности (УМ). Развязку между каналами приема и передачи производит циркулятор. Его применение позволяет использовать единую антенну на прием и передачу. Перед циркулятором установлен полосно-пропускающий фильтр (ППФ), осуществляющий формирование полосы приемного канала. Приемная часть модуля включает ограничитель (ОГР) для защиты входных каскадов приемника от мощных помех, попавших в рабочую полосу частот, цепочку малошумящих усилителей (МШУ1, МШУ2 и МШУ3), смеситель (СМ). В результате моделирования отдельных функциональных блоков, электрических

принципиальных схем ППМ были получены характеристики, удовлетворяющие требованиям технического задания.

### *Библиографический список*

1. Гасанов, Л.Г. Твердотельные устройства СВЧ в технике связи / Л.Г. Гасанов, А.А. Липатов, В.В. Марков. – М.: Радио и Связь, 1988. – 288 с.
2. Веселов, Г.И. Микроэлектронные устройства СВЧ / Г.И. Веселов, Е.Н. Егоров, Ю.Н. Алехин. – М.: Высшая школа, 1988. – 280 с.

УДК 621.376

ЧЕРЕПКОВА Е.А., БИРЮКОВ В.В.

## **ДЕМОДУЛЯЦИЯ СИГНАЛА В ПРИЕМНОМ УСТРОЙСТВЕ БЕСПРОВОДНОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ СУБТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Терагерцовый диапазон частот имеет специфические свойства, делающие его привлекательным для фундаментальных и прикладных исследований. Построение беспроводных линий связи в субтерагерцовом диапазоне является актуальной задачей, так как они обладают большей пропускной способностью, скоростью передачи данных, лучшими массогабаритными характеристиками по сравнению с аналогами в СВЧ диапазоне [1]. Данный диапазон частот (0,2-0,22) ТГц выбирается исходя из известных «окон прозрачности», где наблюдается наименьшие потери сигнала в пространстве [2].

В работе представлено сравнение, анализ и моделирование двух схем приемного устройства, где в качестве демодулятора используется амплитудный детектор и смеситель частот. Модель схемы в САПР позволяет наблюдать выходной сигнал при изменении внутренних параметров отдельных СВЧ-узлов.

Было выяснено, что в рассматриваемой схеме амплитудный детектор не может быть использован в качестве демодулятора на частоте модуляции выше 100 МГц, так как сигнал сильно искажается и практически перестает повторять форму входного модулирующего сигнала.

Применение в качестве демодулятора смесителя частот позволяет существенно повысить скорость передачи информации, но при этом накладываются ограничения на нестабильность частоты сигнала гетеродина, так как с ее увеличением до определенного значения демодуляция становится невозможной из-за недопустимого искажения огибающей.

Была исследована и показана принципиальная возможность приема и демодуляции фазоманипулированного сигнала при соответствующем изменении структурной схемы приёмника.

### *Библиографический список*

1. **Березин В.В.** Преобразователи частоты СВЧ- и КВЧ-диапазонов в радиоизмерительной технике: учеб. пособие / В.В. Березин, В.В. Бирюков, Ю.Р. Бляшко [и др.] / под ред. А.М. Щитова; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, – 2017. – 144 с.

2. **Бирюков В.В.** Разработка беспроводной системы связи в субтерагерцовом частотном диапазоне / [В.В. Бирюков и др.] // Известия высших учебных заведений. Радиофизика. – 2018. – Т. 61. – № 10. – С. 856-866.

УДК 621.396.94

ШТАРЕВА С.Е.

## **РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ НАВИГАЦИОННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ АППАРАТУРЫ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ СРНС ГЛОНАСС НА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ РАДИАЦИОННОСТОЙКОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие спутниковой навигации с каждым днем требует больше оптимальных решений, большей гибкости при реализации и большей точности. В данной работе будет рассматриваться реализация навигационных алгоритмов на отечественном микроконтроллере 1986VE1T. Данные микроконтроллеры являются радиационно-стойкими, что обуславливает их использование в условиях, в которых электронные устройства подвергаются воздействию космического или ионизирующего излучения. Они применяются в условиях, в которых к микросхемам предъявляются повышенные требования устойчивости к сбоям, вызванным воздействием радиации. Такие воздействия могут серьезно влиять на функционирование или даже вызвать сбой в электронных устройствах, реализованных на нестойких микросхемах.

Применение радиационно-стойких микросхем важно в критических системах, таких как системы управления ракетами, спутниковых системах, а также в ядерных электростанциях и в медицинской технике.

При сборке отладочного стенда стояли следующие задачи: подключить микроконтроллер 1986VE1T к отладочному модулю, подключить датчики, подключить программатор для загрузки прошивки, установить питание 5В с помощью стабилизаторов. Использовались современные технологии, микросхема программировалась под алгоритм.

Основа разработки - Keil uVision – это платформа для разработки, т.е. для быстрого и удобного создания электронных устройств и гаджетов, умных игрушек, систем охраны и иных автоматических систем (например, полив растений, термоконтроль вентиляторов или умный дом). Для программирования и отладки микроконтроллера были использованы ПО Keil uVision 4 с программатором J-link. Алгоритм навигационного определения параметров движения объектов для аппаратуры спутниковой навигации СРНС ГЛОНАСС на отечественной радиационно-стойкой элементной базе будет содержать следующие шаги[1]:

- 1) поиск сигнала навигационного спутника,
- 2) первичная обработка сигнала,
- 3) вторичная обработка сигнала,
- 4) определение координат и скоростей движения спутника,
- 5) выбор оптимальной группировки для решения навигационной задачи,
- 6) решение НЗ,
- 7) вывод полученных результатов.

Решением навигационной задачи в спутниковых радионавигационных системах является определение пространственных координат и скоростей движения потребителя. Метод реализации, приведенный в работе, является универсальным, т.к. позволяет быстро отлаживать алгоритмы, производить необходимые вычисления, наблюдать скорость и качество работы (по возможности ускорить) и при необходимости сравнить с другими, уже существующими реализациями.

---

**Харисов, В.Н.** Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС / сост. В.Н. Харисов, А.И. Перов, В.А. Болдин. - М.: ИПРЖР, 1998. - 400с

## **СЕКЦИЯ 8**

---

# **ПРОМЫШЛЕННАЯ БИОИНЖЕНЕРИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ**

---

### **Подсекция 8.1**

---

## **Медицинская инженерия**

---

УДК 53.03

КОЧЕТКОВА Т.М., ЦВЕТКОВА И.А., ВОРОБЬЕВА В.А., СЕМЕНЕНКО А.Н.,  
БАСОВ А.А.

### **ЛУЧЕВАЯ БОЛЕЗНЬ: ИСТИНА И МИФЫ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Целью данной работы является изучение лучевой болезни, разоблачение мифов о ней, понимание действительного протекания и последствий данной болезни.

Лучевая болезнь – это комплекс общих и местных реактивных изменений, обусловленных воздействием повышенных доз ионизирующего излучения на клетки, ткани и среды организма. Ионизирующее излучение – это вид энергии, высвобождаемой атомными ядрами (атомами) в форме частиц или электромагнитных волн. В состав радиоактивных излучений входят  $\gamma$ -лучи,  $\alpha$ -частицы,  $\beta$ -частицы, нейтроны, мезоны и т.д. Ионизирующее излучение сопровождает человека всю его жизнь. Наш организм подвергается излучению как космического, так и земного происхождения. Так, например, радиоактивный газ радон является ярким представителем земного источника радиационного облучения человека. Помимо этого, человек подвержен дополнительному облучению, обусловленному медицинскими процедурами и исследованиями (флюорография, рентгенография и т.д.). Однако дозы, получаемые в результате воздействия такого рода излучения ежегодно в течении всей жизни, не могут нанести вреда организму человека. Изучение влияния ионизирующего излучения ведет свою историю с 40-х годов предыдущего века.

Рассмотрим наиболее распространенные мифы о влиянии ионизирующего излучения на организм человека.

Миф 1. Радиоактивное излучение всегда вызывает лучевую болезнь. Это не так. Как было сказано ранее, источники радиации окружают нас ежедневно и воздействуют на организм непрерывно в течении всей жизни. Развитие лучевой болезни зависит от многих факторов, таких как доза и время облучения, индивидуальная чувствительность, вид излучения и т.д. Оценивая степень поражающего действия, стоит отметить, что изменение различных тканей и систем проявляются в разные сроки. Это связано с различной интенсивностью клеточного обмена и скоростью регенерации для различных тканей организма. Эффективная доза – величина, используемая, как мера риска возникновения последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности. Так, для безопасного существования населения эффективная доза составляет до 5 мЗв в год без учета медицинского облучения и радиационных аварий. Если продолжительно облучаться дозой, превышающей безопасное значение, то можно получить лучевую болезнь. Также лучевая болезнь развивается при облучении в 1000 мЗв однократно.

Для примера, дозу в 1000 мЗв можно получить, сделав 1000 флюорографических обследований в день (т.е., практически весь день находится под рентгеновским аппаратом).

Миф 2. Радиоактивное облучение всегда вредит организму. Это не так. Облучение дозой, превышающей допустимую, используется при лечении онкологических заболеваний. Если такое облучение носит локальный и кратковременный характер, вред организму, как правило, не наносится. Более того, возникает терапевтический эффект лечения злокачественных образований.

Миф 3. От повышенного облучения человек умирает. Это верно отчасти. Так, например абсолютно летальной для человека считается доза, величиной 120 Гр. При дозе облучения 6 Гр летальность составляет 50%. В наше время лучевая болезнь эффективно лечится. Прогнозы выздоровления при несмертельной дозе облучения, как правило, благоприятные.

Миф 4. Последствия лучевой болезни видны сразу после облучения. Верно отчасти. Острая лучевая болезнь развивается при кратковременном равномерном облучении тела человека дозой более 1 Гр. Лимфоидная ткань изменяется в течение 30 минут после облучения. Последствия в виде остео- и хондронекрозов проявляются лишь через годы после облучения. В самом начале в организме возникает первичная реакция, которая затем продолжает самостоятельно развиваться даже без воздействия облучения, в реакцию вовлекается все большее количество клеток организма. В конце это приводит к видимым поражениям. Однако при критических дозах облучения, полученных одновременно, последствия видны сразу в виде ожогов, тошноты и диареи.

Можно сделать вывод, что лучевая болезнь – смертельное заболевание, но вокруг него существует много мифов и легенд. Зачастую вред от психологической боязни лучевой болезни превосходит потенциальный вред облучения человека.

Интересный факт из истории. Первым случаем радиационного поражения можно считать радиационный ожог, полученный «отцом радиоактивности» Анри Беккерелем. Беккерель получил подарок в виде ампулы с радием от Марии Кюри. Это был весьма ценный подарок и Беккерель некоторое время носил ампулу «близко к сердцу», в нагрудном кармане пиджака. Через некоторое время область кожи вблизи ампулы получила радиационную эритему.

### *Библиографический список*

1. **Тарусов, Б.Н.** Основы биологического действия радиоактивных излучений/Тарусов Б.Н.; редактор Маргулис У.Я., техн. редактор Сачева А.И. – М.: Медгиз, 1955. – 138с.
2. Биологическое действие излучений и клиника лучевой болезни: сборник статей/ред. Гродзенский Д.Э., техн. редактор Бельчикова Ю.С. – М.: Медгиз, 1954. – 190с.

УДК 616.12-071.2

КУРБАКОВ А.В., БАЛАБИН М.П.

## **ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЕРДЦА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева,  
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Сердечно-сосудистые заболевания остаются ведущей причиной смерти во многих странах мира. Электрокардиограмма (ЭКГ) является основным методом диагностики сердечно-сосудистых заболеваний. В данной работе рассмотрим применение нейросетей для компьютерной интерпретации ЭКГ и их потенциал в улучшении точности и эффективности диагностики сердечно-сосудистых заболеваний. Автоматизация анализа ЭКГ с



использованием нейросетей может быть эффективным инструментом для ранней диагностики и мониторинга сердечно-сосудистых заболеваний.

Актуальность исследования состоит в том, что оценка электрической активности сердечной мышцы является важным методом диагностики и мониторинга состояния кровеносной системы. Однако традиционные методы анализа этих данных могут быть сложными, трудоемкими и подвержены ошибкам. В этом контексте применение нейросетей для автоматизации анализа электрической активности сердца представляет собой большой интерес для медицинской науки и практики.

Разработка и применение нейросетевой модели для анализа электрической активности сердца открывает перспективы для коммерциализации проекта. Автоматизация и улучшение точности анализа медицинских данных с использованием нейросетей могут значительно снизить человеческий фактор, сократить время диагностики и повысить эффективность медицинской практики. Это может быть особенно востребовано в клиниках, больницах и других медицинских учреждениях, где важно быстро и точно диагностировать сердечно-сосудистые заболевания [1].

Дальнейшие исследования и улучшения данного проекта могут включать расширение объема обучающих данных для улучшения точности модели, оптимизацию архитектуры нейросети для более эффективного и быстрого анализа данных, а также проведение дополнительных клинических испытаний для валидации результатов модели на больших выборках пациентов. Также возможно внедрение системы в реальные медицинские учреждения с последующим мониторингом ее эффективности и улучшения ее функциональных возможностей в соответствии с потребностями медицинского сообщества.

Применение нейросети для анализа электрической активности сердца представляет собой перспективное направление в медицинской диагностике. Разработка и использование нейросетевой модели может значительно улучшить точность, эффективность и автоматизацию анализа этих медицинских данных. Дальнейшее развитие и коммерциализация таких проектов могут иметь значительный потенциал в медицинской практике, что открывает перспективы для улучшения здравоохранения и заботы о пациентах. Однако, необходимо учитывать ограничения и осторожность в применении и внедрении таких технологий, чтобы обеспечить их безопасность, соответствие с нормами и правилами медицинской этики, а также соблюдение законодательства и регуляторных требований.

Перспективы коммерциализации проекта связаны с сокращением времени диагностики и повышения качества медицинского обслуживания. Однако требуется проведение дополнительных исследований, валидации результатов и соблюдение регуляторных требований перед внедрением таких систем на широкую практику.

---

Hannun, A. Y., Rajpurkar, P., Haghpanahi, M., Tison, G. H., Bourn, C., Turakhia, M. P., & Ng, A. Y. Cardiologist-level arrhythmia detection and classification in ambulatory electrocardiograms using a deep neural network // Nature medicine. - 2019. - №25(1). - С. 65-69.

УДК 637.5.07

АГУРИМОВ Д.В., ТЕМНОВА М.В.

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТВОРОГА С ДОБАВЛЕНИЕМ ТРАНСГЛУТАМИНАЗЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В структуре цельномолочных продуктов повышенным спросом пользуются кисломолочные продукты, в частности творог и творожные продукты. Для того, чтобы удержать конкуренцию, производители вынуждены использовать инновационные технологии и способы, позволяющие увеличить выход творога при переработке молока – сырья, сохраняя при этом минимальные дополнительные вложения средств.

Творог представляет собой ценный белковый кисломолочный продукт, основная часть которого – казеин, содержащий все незаменимые аминокислоты. В твороге с различным содержанием жира присутствуют почти в равных количествах (16-18 %) белок и молочный жир, а также макро- и микроэлементы, витамины молока. Так, творог богат кальцием, фосфором, магнием и другими ценными минеральными веществами [1].

При производстве творога побочным продуктом является сыворотка. В процессе производства творога в молочную сыворотку переходит около 50 % сухих веществ молока. Биологическая ценность молочной сыворотки обусловлена содержащимися в ней белковыми азотистыми соединениями, углеводами, липидами, минеральными солями, витаминами, органическими кислотами, ферментами, иммунными телами и микроэлементами. В сыворотке обнаружены практически все 200 соединений, которые установлены в молоке.

Сывороточные белки могут служить дополнительным источником аргинина, гистидина, метионина, лизина, треонина, триптофана и лейцина. Это позволяет отнести их к полноценным белкам, используемым организмом для структурного обмена, в основном для регенерации белков печени, образования гемоглобина и плазмы крови [2].

Задачей данной работы является создание способа получения творога, обеспечивающего улучшение пищевой и биологической ценности творога за счет сокращения потерь биологически ценных веществ (около 50 % сухих веществ молока), которые переходят в сыворотку при производстве творога.

Задача решена путем усовершенствования классической схемы выработки, где на стадии заквашивания в молочную смесь дополнительно вводят фермент трансклутаминазу в количестве от 100 до 250 г/т.

Фермент трансклутаминазу получают из специфических культур микроорганизма *Streptovorticillium mobarense*. В отличие от многих ферментных препаратов, которые в основном вызывают гидролиз, трансклутаминаза образует новые связи между аминокислотами. Она катализирует реакцию переноса ацильного остатка между лизином и глутамином, что усиливает пептидные цепочки и стабилизирует структуру белка.

Главными достоинствами фермента трансклутаминазы являются его природное происхождение и высокая специфичность действия, что позволяет обеспечивать абсолютную экологичность готовых молочных продуктов и отсутствие отрицательных эффектов, проявляющихся на поздних стадиях технологического процесса [3].

### *Библиографический список*

1. **Крусъ, Г.Н.** Технология молока и молочных продуктов: учебник для студ. вузов / Г.Н. Крусъ [и др.]; под ред. А.М. Шалыгина. – М.: Колос, 2008. – 456 с.
2. **Бредихин, С.А.** Технология и техника переработки молока / Ю.В. Космодемьянский, В.И. Юрин. – М.: Колос, 2001. – 400 с.
3. **Нечаев, А.П.** Технология пищевых производств / А.П. Нечаев, И.С. Шуб, О.М. Аношина [и др.]; под ред. А.П. Нечаева. – М.: Колос, 2007. – 768 с.

УДК 543.3;  
УДК 004.052.42

ВОРОНИНА А.П., КАЛИНИНА А.А.

### **РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУРЫ ВЕРИФИКАЦИИ СИСТЕМЫ ВОДОПОДГОТОВКИ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ГОДОВОГО МОНИТОРИНГА. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА АНАЛИЗА ТРЕНДОВ В РАМКАХ ГОДОВОГО МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ВОДОПОДГОТОВКИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Вода для фармацевтических целей относится к одному из самых важных элементов, обеспечивающих безопасность и качество производимых лекарственных средств. Для подтверждения надлежащего качества воды в соответствии с требованиями GMP система водоподготовки, как критическое оборудование, должна пройти валидацию.

Целью исследования является разработка процедуры верификации системы водоподготовки на основе статистических данных годового мониторинга.

Объектом исследования является вода очищенная (ВО), полученная на установке получения ВО: двухступенчатый обратный осмос 2RO.4 BWT (производительность 100 л/ч).

Вода очищенная в виде нерасфасованной продукции производится из воды, имеющей как минимум качество воды питьевой, и должна соответствовать фармакопейным требованиям по химической и микробиологической чистоте с соответствующими уровнями тревоги и действия.

В исследовании проводили квалификацию системы получения, хранения и распределения воды очищенной для подтверждения того, что система водоподготовки будет функционировать и эксплуатироваться надежно и эффективно и удовлетворять предъявленным к ней требованиям, и качество воды очищенной будет удовлетворять фармакопейной статье ФС.2.2.0020.18 «Вода очищенная» [1].

Для подтверждения получения воды надлежащего качества были исследованы следующие показатели воды: описание, кислотность и щелочность, электропроводность, сухой остаток, восстанавливающие вещества, углерода диоксид, общий органический углерод, нитраты и нитриты, аммоний, хлориды, сульфаты, кальций и магний, тяжелые металлы, микробиологическая чистота, бактериальные эндотоксины.

Мониторинг показателей качества воды очищенной проводился в трех точках технологического цикла системы получения, хранения и распределения воды очищенной. Характеристики точек отбора проб воды очищенной указаны в табл. 1.

*Таблица 1*

#### **Характеристики точек отбора проб воды очищенной**

<b>Номер точки</b>	<b>Назначение/Потребитель воды</b>
V1.UV2.4	Вход в петлю распределения после емкости ВО
V2.TK2.4	Выход из петли распределения, перед

	подачей в емкость
V1.1.PW4	Миксер для приготовления питательных сред

После проверки качества очищенной воды на основании полученных результатов делается вывод о присвоении/неприсвоении статуса «Валидировано» и о подтверждении, что система водоподготовки устойчиво эксплуатируется в течение длительного периода, и обеспечивается надлежащее качество воды очищенной для фармацевтического применения.

Фармакопейная статья ФС.2.2.0020.18 «Вода очищенная». Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV издание.- М.: 2018 год

УДК 637.1

КАЗАНЦЕВА М.А., ПЛОХОВ С.В.

### **ПРОИЗВОДСТВО СМЕТАННОГО ПРОДУКТА С ДОБАВЛЕНИЕМ КРИОПОРОШКОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Одной из основных задач является улучшение органолептических показателей и расширение ассортимента сметанных продуктов.

Предлагается с целью расширения ассортимента и улучшения органолептических свойств добавление следующих компонентов: криопорошок ламинарии - для обогащения йодом, железом, кремнием, ванадием, кобальтом, альгинатами, полиненасыщенными жирными кислотами, витаминами А, С, К, что способствует повышению защитных сил организма и его невосприимчивость к инфекционным заболеваниям, активизации обмена веществ и повышения тонуса организма и физической работоспособности, а также снижению утомляемости и сонливости. Криопорошок свеклы – для обогащения кремнием, ванадием, марганцем и витамином С, что способствует при регулярном применении восстановлению поврежденных клеток печени и активизации их детоксикационной функции, снижению риска развития жирового гепатоза, снижению уровня холестерина в крови, улучшения пищеварения и повышению иммунитета. Криопорошок сельдерея, способствующий предотвращению возможности развития дефицита витаминов С, В2 и К, минеральных веществ натрия, железа, ванадия и других активных веществ, таких как каротины и антиоксиданты.

Для реализации предлагается усовершенствовать технологию производства сметаны 15%-й жирности путем внесения криопорошков ламинарии, свеклы и сельдерея после стадии сквашивания с помощью включения в технологическую линию такой единицы оборудования, как узел внесения сухих компонентов.

Технологическая схема производства данного продукта включает в себя сепарацию, нормализацию, пастеризацию, гомогенизацию сливок, внесение закваски, сквашивание, внесение криопорошков, перемешивание, охлаждение, розлив. Данную технологическую схему рекомендуется реализовывать резервуарным способом.

Экономический эффект может быть достигнут за счет расширения продуктовой линейки на полках магазинов и повышения спроса на новый продукт, вкусовые и полезные свойства которого отличаются от уже имеющихся на рынке сметанных продуктов.

### **Библиографический список**

1. Пат. 2791490С1 Российская Федерация, МПК А23С9/123, А23С13/16. Способ производства сметанного продукта / Дунченко Н.И., Янковская В.С., Гинзбург М.А., Волошина Е.С., Харитонов П.С.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева (ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева); заявл. - 27.05.2022, опубл. – 09.03.2023.
2. ТУ 10.33.25-119-00492931-2021 «Криопорошки из плодов и овощей».
3. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции". – Введ. 9.12.2011.- М.:ИПК Изд-во стандартов, 2011. – 277 с.

УДК 547.91

КОРОЛЕВА А.В., КУЗИНА О.В.

### **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СО<sub>2</sub>-ЭКСТРАГИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Всё более актуальной становится проблема рационального использования сельскохозяйственного сырья. Пряно-ароматические растения являются уникальной разновидностью подобного сырья из-за содержания в них целебных масел, легкоусвояемых углеводов, пищевых волокон, водо- и жирорастворимых витаминов, макро- и микроэлементов, а также ароматических веществ, которые необходимы человеческому организму для поддержания нормального метаболизма. Существующие способы переработки растительного сырья не могут гарантировать в полной мере извлечения полезных химических соединений; при этом часть ценных компонентов может видоизменяться, или теряться в процессе технологических операций. Подобную проблему можно решить путём применения новых аппаратурно-технологических решений, позволяющих провести щадящую переработку растительного сырья, не допуская потерь ценных компонентов [2].

Исследования последних лет показали, что использование в качестве растворителей сжиженных и сжатых газов позволяет получать высококачественные экстракты из растительного сырья. Наиболее подходящим для этой цели является диоксид углерода. Это бесцветный и нетоксичный газ, инертное вещество, проявляющее полную химическую индифферентность по отношению к перерабатываемому сырью, извлекаемым веществам, конструкционным материалам, пожаро- и взрывобезопасен [1].

Целью данной работы являлось рассмотрение возможности усовершенствования процессов СО<sub>2</sub>-экстракции различных компонентов из растительного сырья.

В качестве объектов исследования было выбрано растительное сырьё, содержащее ценные компоненты, обладающие антиоксидантными и радиопротекторными свойствами: амарант, апельсиновая цедра, имбирь, кориандр, перец кубеба, облепиха.

В данной работе была рассмотрена возможность интенсификации СО<sub>2</sub>-экстракции за счёт введения ультразвуковых генераторов с частотой колебаний 22 кГц, которая позволит сократить длительность процесса в полтора-два раза и улучшить качественный состав экстрактов [2]. Было исследовано влияние ультразвуковых полей на степень извлечения экстрактивных веществ из предложенного растительного сырья, исследован химический состав полученных экстрактов методами хроматографических и спектрофотометрических исследований. Преимуществами такого процесса является бережное отношение к

термолабильным веществам сырья, а также возможность мгновенной отгонки растворителя из экстракта при снижении давления в испарителе до атмосферного. Такие особенности технологии производства CO<sub>2</sub>-экстрактов позволяют получить экстракты высокого качества, а оставшийся после экстрагирования шрот может дополнять их, сохраняя ценность всех активных веществ в неизменном виде и продлевая срок его хранения.

### **Библиографический список**

1. Гумеров Ф.М., Сабирзянов А.Н., Гумерова Г.И. Суб- и сверхкритические флюиды в процессах переработки полимеров / Изд. АН РТ «ФЭН». 2-е изд. Казань, 2007 – 336 с.
2. Стасьева О.Н., Латин Н.Н., Касьянов Г.И. CO<sub>2</sub>-экстракты компании Караван – новый класс натуральных пищевых добавок / Краснодар: КНИИХП, 2008 – 324 с.

УДК 579.61

ЛАЗАРЕНКО Е.В., ПЛЕСКОВА С.Н.

### **ДЕТЕКЦИЯ НАНОДВИЖЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ И МЕТАБОЛИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ БАКТЕРИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева,  
Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И.  
Лобачевского

Важными факторами, способствующими быстрому назначению эффективной терапии, являются своевременная идентификация возбудителя и определение его чувствительности к антибиотикам. Однако даже существующие методы экспресс-детекции, такие как ПЦР-анализ не являются совершенными, поскольку не дают возможности определить, являются ли выявляемые микроорганизмы живыми или мертвыми. Поэтому, целью данного исследования являлась разработка принципиально нового метода оценки метаболического профиля бактерий, основанного на регистрации их нанодвижений в режиме осцилляции атомно-силового микроскопа.

Для этого использовали культуры *Escherichia coli* 321, *Staphylococcus aureus* 2879М, *Proteus mirabilis* 649-2 и *Klebsiella pneumoniae* 173-p2, различающиеся между собой по морфологическим и биохимическим признакам. Суспензию бактерий готовили из суточной культуры, выращенной в LB-бульоне, после чего стандартизировали на спектрофотометре (СПЕКС ССП 705, Россия). Начальная концентрация была до 10<sup>9</sup>кл/мл. Кантилевер обрабатывали 0,01% поли-L-лизином (10 мин), затем инкубировали с суспензией бактерий (30 мин., 37° С). Для получения контрольного сигнала использовали кантилевер, функционализированный поли-L-лизином, для получения опытного сигнала – кантилевер с адегезированными бактериями. Зонд устанавливали в холдер атомно-силового микроскопа и погружали в аналитическую камеру со стерильным LB-бульоном (5 мл). За счет регулирования взаиморасположения лазера, зеркала и фотодиода проводили центровку лазера на фотодиоде. Снимали аналитический сигнал DFL (15 мин), отражающий нанодвижения бактерий.

По результатам проведенных исследований было показано статистически значимое различие между амплитудами колебаний бактерий (рис. 1), что обусловлено различиями морфологических признаков и метаболической активности клеток исследуемых культур. Метод позволил выявить различия в характере колебаний, в зависимости от вида бактерий и наличия у них жгутиков.

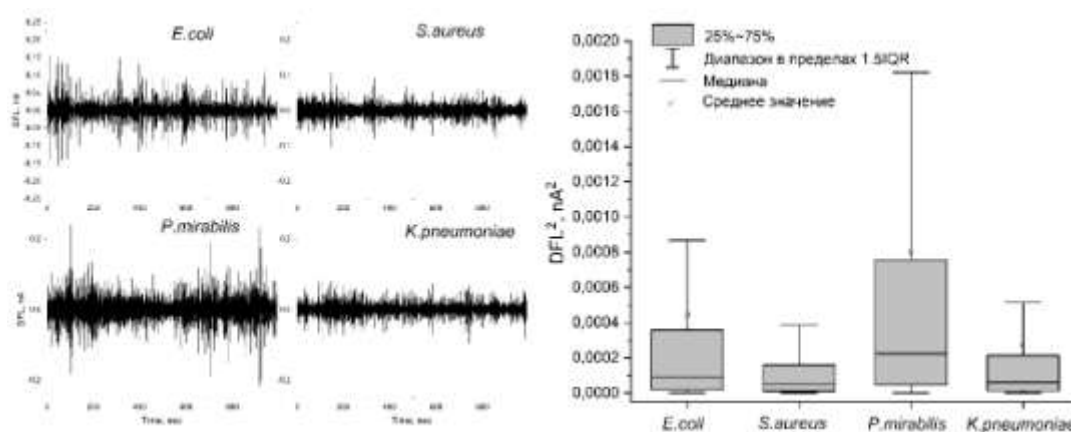


Рис.1. Сравнение амплитуд колебаний культур *E.coli*, *S.aureus*, *P.mirabilis* и *K.pneumoniae*

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (номер проекта 22-14-20001)

УДК 615.4

МАХИНА В. М., КОМОВА Е. П.

## ПРОИЗВОДСТВО ЦИНКОВОЙ МАЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННОГО АППАРАТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Мази – лекарственные формы для наружного применения – представляют собой высоковязкие жидкости, способные образовывать на поверхности кожи или слизистой оболочке ровную, несползающую сплошную плёнку [1].

Фармакологический эффект мази зависит от большого количества факторов: концентрации, физико-химических свойств лекарственных и вспомогательных веществ, дисперсности лекарственных средств, технологии изготовления, структурно-механических свойств мази, состояния кожи и слизистой оболочки.

Основное действующее вещество цинковой мази – цинк. Механизм противовоспалительного действия связан с ингибированием индуцибельной NO-синтазы кератиноцитов (iNOS) – фермента, ответственного за продукцию кератиноцитами оксида азота (NO). Активность iNOS повышена при кожных повреждениях, что приводит к выработке больших количеств NO, взаимодействующего с супероксид-анионом ( $O_2^-$ ), что приводит к образованию пероксинитрита ( $ONOO^-$ ) – цитотоксического агента, вызывающего воспаление тканей. Ионы цинка ингибируют экспрессию iNOS кератиноцитами, что детерминирует противовоспалительный эффект [2].

Степень дисперсности твердой фазы в суспензионных мазях должна быть как можно более высокой, поскольку с увеличением поверхности измельчаемых лекарственных веществ повышается и лечебный эффект [3].

С целью увеличения степени дисперсности твёрдой фазы, исключения предварительного измельчения окиси цинка, целесообразно использовать роторно-пульсационный аппарат.

Роторно-пульсационный аппарат является гидродинамическим излучателем класса акустической технологической аппаратуры. Принцип работы основан на нестационарности потоков вещества, энергии и импульсов. Интенсификация химико-технологических процессов в роторно-пульсационных аппаратах обусловлена многофакторным воздействием на обрабатываемую жидкую гетерогенную среду: пульсация давления и скорости потока

жидкости, развитая турбулентность, интенсивная кавитация, жесткое кумулятивное воздействие, активация жидкости. Высокоэнергетическое дискретное воздействие на обрабатываемые вещества в роторно-пульсационном аппарате инициирует их качественные преобразования [4].

Таким образом применение роторно-пульсационного аппарата в производстве мягких лекарственных форм позволило уменьшить затраты времени и электроэнергии в несколько раз при высокой степени дисперсности и однородности мазей.

### ***Библиографический список***

1. Муравьев И. А. Технология лекарств. Изд. 3-е, перераб. и доп. Т. II, М., «Медицина», 1980, 704 с., ил.
2. А. Н. Хлебникова Цинк, его биологическая роль и применение в дерматологии / А. Н. Хлебникова, Д. Д. Петрунин 2013 г.
3. В. И. Ищенко Промышленная технология лекарственных средств. Изд 2-е, Витебский государственный медицинский университет, 2012г.
4. М. А. Промтов Пульсационные аппараты роторного типа, 2001 г.

УДК 637.1

ПАЛЮТИН А.А.

### **ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЛИНИЯ ДЕТСКИХ ЙОГУРТОВ «АГУША. КЛАССИЧЕСКИЙ»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Преимуществом продукта является его низкая аллергенность и безопасность для детского питания, а относительная простота производства, связанная с отсутствием консервантов и ФЯН (фруктово – ягодных наполнителей).

Целью работы является рассмотрение производственной линии детского йогурта и оптимальный подбор оборудования согласно технологии его получения.

Задачи:

1. Рассмотреть физико-химические свойства молока;
2. Рассмотреть продуцентов молочнокислого брожения, а также биохимию самого процесса брожения;
3. Описать технологическую схему для эффективного производства детского йогурта «Агуша. Классический»;
4. Подобрать оборудование для производства согласно технологической схеме;
5. Произвести расчёт производственной линии;
6. Оценить экологичность производства йогуртов и дать оценку безопасности производства;
7. Составить экономический расчёт производственной линии, а также на основе расчёта дать рекомендуемую цену готовой продукции;
8. Произвести вентиляционный расчёт;

В работе используется технологическая схема для производства готовой продукции и нормативный документ ТУ 10.86.10-209-05268977-2017, которому и должна соответствовать готовая продукция.

Для получения продукта, применяется молоко первой группы чистоты, а также закваска из термофильных штаммов молочнокислых бактерий. Технология включает в себя этапы: приёмка сырого молока, подготовка молока для производства, смешение сухих ингредиентов, пастеризация, внесение закваски, сквашивание с последующим охлаждением, отправка на участок розлива, отправка на участок фасовки и склад готовой продукции.



## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ВРЕМЕННОГО ПОГРУЖЕНИЯ ДЛЯ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ РАСТЕНИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Микроклональное размножение растений является широко применимым в разных странах методом прикладной биотехнологии. Такой способ позволяет при наличии единичных маточных экземпляров организовать массовое производство высококачественного посадочного материала востребованных сортов и видов плодово-ягодных культур. В связи с постоянно изменяющимся ассортиментом растений и возрастающей конкуренцией в сфере производителей посадочного материала, вопросы оптимизации методов размножения садовых культур *in vitro* не утрачивают своей актуальности [1]. Традиционно используемое микроклональное размножение растений на полутвердых средах является трудоёмким и дорогостоящим, поэтому перспективным направлением является использование жидких питательных сред. Однако их применению часто препятствует повышенная влажность, что приводит к изменениям морфологических, анатомических и физиологических характеристик побегов. Системы временного погружения решают ряд проблем, вызванных использованием статичных жидких питательных сред и открывают возможность автоматизации процессов культивирования растений *in vitro* [2]. В связи с этим, целью исследования являлась оптимизация и интенсификация процессов микроклонального размножения с использованием систем временного погружения.

В качестве объектов исследования выступали культуры плодово-ягодных растений: голубики, черной смородины, малины. Исследовали процесс размножения растений *in vitro* традиционным способом (на полутвердых агаризованных средах), и с использованием систем временного погружения.

В результате исследования была доказана эффективность систем временного погружения. Благодаря сочетанию в себе преимуществ твердых питательных сред и жидкостного культивирования, таких как достижение максимального газообмена и повышенное усвоение питательных веществ, наблюдали повышение показателей роста и пролиферации растительного материала. Отметим, что важными параметрами для микроразмножения в условиях биореактора, являются время и частота погружения эксплантов. Культивирование растений в системах временного погружения ускорило процесс адаптации растений-регенерантов к условиям *ex vitro*.

Отличительными особенностями систем временного погружения являются простота в обслуживании, удобный дизайн, использование в конструкции недорогих взаимозаменяемых пластиковых элементов, компактность при хранении, готовность к многократному использованию. Использование автоматизированных систем временного погружения позволяет снизить затраты на ручной труд, общие накладные расходы и стоимость единицы площади в культуральном помещении. Таким образом, использование систем временного погружения для микроклонального размножения растений позволяет увеличить объемы производимого посадочного материала с одновременным снижением производственных затрат за счёт автоматизации процесса.

### ***Библиографический список***

1. Муратова С.А. Биотехнологические аспекты размножения плодовых и ягодных культур / С.А. Муратова // Сборник научных трудов ГНБС. Т.144: Ч.2. □ 2017. □ С. 84-89

2. Alvard D. Comparison of methods of liquid medium culture for banana micropropagation. Effects of temporary immersion of explants. / D. Alvard, F. Cote, C. Teisson. // Plant Cell Tiss. Org. Cult. – 2005. V. 32: P. 55-60

УДК 58.085

ШАРОВА Д.В., ПЛЕСКОВА С.Н.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ГОЛУБИКИ И МАЛИНЫ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разработка и адаптация методов микроразмножения растений *in vitro* и последующего выращивания *ex vitro* к современному ассортименту плодовых и ягодных растений позволяет своевременно размножать единичные селекционные экземпляры, включать технику *in vitro* в процесс оздоровления, депонирования, защиты от реинфицирования, осуществлять безопасный обмен растительного материала для селекции и производить высококачественный посадочный материал [1]. Исходя из важности промышленного использования технологии микроклонирования, целью исследования являлось усовершенствование процессов микроклонального размножения культур голубики и малины для массового получения посадочного материала.

Объектами исследования в работе были культуры голубики сортов «Элизабет», «Дюк», «Река», «Спартан», «Ханна чойс» и малины сорта «Пшехиба». Были исследованы такие процессы микроклонального размножения, как этап введения в культуру *in vitro*, этап пролиферации, этап ризогенеза. Для оптимизации этих процессов был проведен подбор срока введения в культуру *in vitro*, схемы стерилизации, выбор питательных сред, вида и концентрации регуляторов роста.

При подборе срока введения в культуру *in vitro* было выявлено, что ее эффективность зависит от срока вегетации маточных растений голубики и малины, которыми стали месяца апрель и май. Для получения культуры голубики, освобожденной от инфекций, была использована ступенчатая стерилизация 75%-м этанолом, «Белизной» и 10%-м пероксидом водорода с временем экспозиции 1:8:8 минут соответственно, для культуры малины – 75%-ый этанол, «Белизна» и 5%-й пероксид водорода с временем экспозиции 1:5:5 минут.

Для этапа пролиферации отмечено значительное влияние минерального состава питательных сред и регуляторов роста. Так, для малины, оптимальной питательной средой была среда Драйвера-Куниюки (DKW), для голубики – среды Дебната-МакРея (BM-B, BM-D) и Лоида-МакКауна (WPM). Наиболее эффективным цитокинином для голубики стал зеатин в концентрации 0,3 мг/л, для малины – 6-бензиламинопури в концентрации 0,3 мг/л. При таких концентрациях гормонов был достигнут максимальный коэффициент размножения с получением хорошо развитых растений-регенерантов.

Для укоренения растений голубики и малины были апробированы ауксины. Наиболее эффективным ауксином для голубики оказался β-индолил-3-масляная кислота (ИМК) в концентрации 1 мг/л, для малины – 0,1 мг/л ИМК.

В результате микроклонального размножения голубики и малины получили большое количество растений-регенерантов (из одной почки до 50000 растений в год), при традиционном способе размножения удается получить только до 100 растений за тот же срок [2]. Таким образом, использование микроразмножения позволяет повысить производительность процесса более, чем в 500 раз.

### Библиографический список

1. Кухарчик Н. В. Получение посадочного материала плодовых и ягодных растений *in vitro* Наука и инновации. 2019. № 6 (196). С. 17-21.
2. Шевелуха В. С. Сельскохозяйственная биотехнология/ Шевелуха В.С., Калашникова, Е.З. Кочиева и др./ Учеб.; Под ред. В.С. Шевелухи. – 3-е изд., перераб., и доп. – М.: Высш.шк., 2008. – 710 с.

УДК 54

ШУРАВИН А.С., КАЛИНИНА А.А., СОКОЛОВА Т.Н.

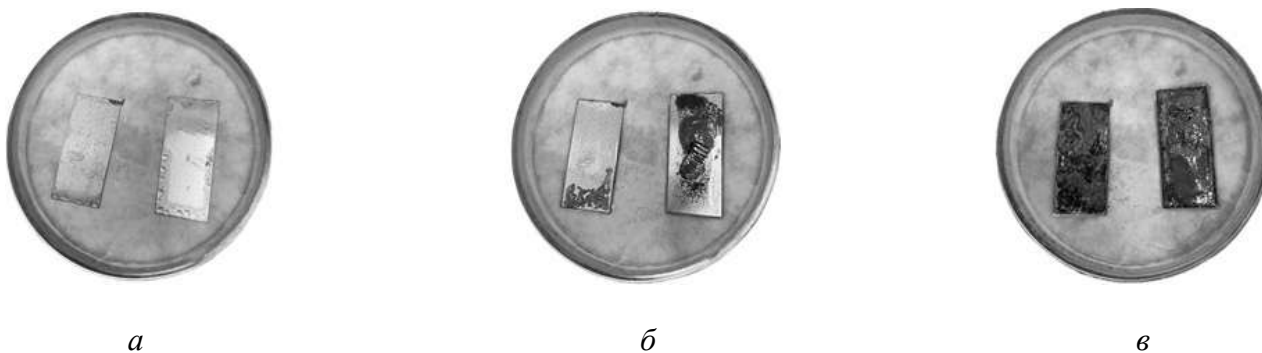
### СТИМУЛИРОВАНИЕ КОРРОЗИИ СТАЛИ МИКРОМИЦЕТАМИ *PAECILOMYCES VARIOTTI*

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

По оценочным данным коррозия металлов наносит ущерб в масштабе национальных экономик до 4 % ВВП. Металлические изделия и конструкции эксплуатируются в самых разных условиях, многие из которых (влажный теплый воздух, почва, морская вода и др.) ускоряют разрушение металлов. В частности, к стимулирующим факторам относят воздействие на металл микроорганизмов, которое определяют как микробиологически индуцированную коррозию (МИК), или биокоррозию.

Ранее было сделано предположение о стимулирующей роли супероксидного аниона, секретлируемого через гифы микромицетов, в коррозии цинка, алюминия и его сплавов [1, 2]. Однако прямых доказательств участия  $O_2^-$  в коррозионном процессе в работах не было представлено в виду сложности идентификации  $O_2^-$ .

Целью настоящей работы явилось выявление роли активных форм кислорода (АФК) в стимулировании биокоррозии микромицетами через образование и секретирование устойчивой формы АФК – пероксида водорода.



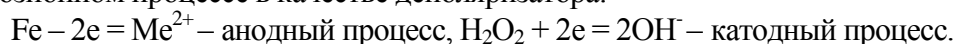
**Рис. 1. Динамика изменения состояния поверхности стали под воздействием микромицетов *Raecilomyces variotti* в течение экспозиции: а – 1 сутки; б – 7 суток, в – 14 суток**

В качестве объекта исследования выбрана сталь Ст3. Возможность выявления пероксида водорода как продукта жизнедеятельности микромицетов обусловлена локальным образованием на поверхности металла (или его торцах) жидкого экссудата, анализ химического состава которого позволяет аналитически определить ключевые экзометаболиты, в том числе с коррозионной активностью. Количество экссудата возрастает с увеличением времени экспозиции, рис. 1.

Установлено, что через 15 суток экспозиции концентрация  $H_2O_2$  в усредненном экссудате составила 16 мкмоль/л, спустя 20 суток концентрация достигла значения 46 мкмоль/л. При этом наблюдались видимые коррозионные изменения поверхности стали.

При этом значение рН возрастало от нейтральных значений, до рН=10 через 14 суток экспозиции.

Очевидно, что наиболее вероятным источником  $\text{OH}^-$  является пероксид водорода, который участвует в коррозионном процессе в качестве деполяризатора:



#### *Библиографический список*

1. **Белов Д.В.** О роли активных форм кислорода в инициировании коррозии металлов микроскопическими грибами/ Д.В. Белов, М.В. Челнокова, Т.Н. Соколова, В.Р. Карташов, В.Ф. Смирнов // Коррозия: материалы, защита. - 2009. - № 11.- С. 43-48.
2. **Калинина А.А.** Влияние фенолов на биологическую коррозию цинка. Коррозия: материалы, защита / А.А. Калинина, М.В. Темнова, Соколова Т.Н., О.В. Кузина, Е.Н. Разов, В.Р. Карташов // 2018. № 7. С. 35-41.

УДК 54.057

АГРБА А.И., КАПУСТИН Р.В.

### ПОЛУЧЕНИЕ СИНТЕЗ-ГАЗА НА ОСНОВЕ СВЧ-ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОЙ КОНВЕРСИИ МЕТАНА

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Одним из актуальных направлений развития современной химической технологии является прямая переработка (конверсия) углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ). Важность решения этой проблемы заключается, с одной стороны, в необходимости эффективной и экономичной утилизации углекислого газа, в больших количествах образующегося в различных процессах, в том числе при горении топлива, а, с другой, в необходимости получать окись углерода ( $\text{CO}$ ) для процессов получения целевых продуктов на основе синтезов Фишера-Тропша.

В настоящей работе предложен метод получения синтез-газа (смесь  $\text{H}_2$  и  $\text{CO}$ ) на основе прямой плазмохимической конверсии метана (природного газа) в сочетании с использованием каталитических углеродных слоев, на основе установки, совмещающей зоны активации и релаксации системы, за счет комбинации реакторов нескольких типов (рис.1).

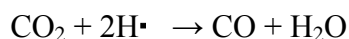


**Рис. 1. Экспериментальная установка для СВЧ-плазмохимической конверсии метана**

*1 –плазменный кварцевый реактор, 2 –система подачи газа, 3 –система контроля и очистки газа, 4 –реактор формирования углеродных наночастиц, 5 –система температурного контроля прямого синтеза, 6 –низкотемпературная ИК-ячейка  
7 –вакуумирование, 8 –Фурье ИК-спектрометр.*

В разработанной методике на первой стадии процесса наносится каталитический слой в реакторе (4) за счет деструкции метана при плазмохимической конверсии. Затем смесь двуокиси углерода и метана, полученного при очистке природного газа, подается в СВЧ-систему при определенной температуре и давлении газовой смеси. В плазменном потоке происходит восстановление двуокиси углерода до окиси углерода за счет взаимодействия с атомарным водородом, выделяющимся при конверсии метана до ацетилена. Общая схема плазмохимического процесса может быть представлена следующими реакциями:





Данная схема конверсии углекислого газа является наиболее эффективной по сравнению с другими методами переработки двуокиси углерода, поскольку в ней не используются сложные катализаторы, отсутствуют дополнительные стадии получения водорода, а также не образуются побочные продукты. Для мониторинга и разделения продуктов конверсии используется низкотемпературная ИК-ячейка совместно с Фурье ИК – спектрометром Shimadzu IR Affinity1. Выход окиси углерода составляет 60–65% в зависимости от условий проведения процесса, в то время как известные схемы конверсии углекислого газа (без использования многокомпонентных катализаторов), в том числе плазмохимические, обеспечивают выход окиси углерода не более 25–30%.

УДК 677.044.132

БАЙДАЧЕНКО В.Е., ЕСИПОВИЧ А.Л., ОТОПКОВА К.В., ГОРБУНОВ Н.С.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭТЕРИФИКАЦИИ СВОБОДНЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ПРИСУТСТВИИ ГИПЕРСУЛЬФИРОВАННОГО КАТИОНИТА**

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева  
Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского

Метилловые эфиры жирных кислот (МЭЖК), применяемые не только в качестве биодизельного топлива, являются перспективным сырьем для химической промышленности. В настоящее время перспективным сырьем для производства МЭЖК являются непищевые масла и отходы пищевой промышленности, такие как животные жиры и низкокачественные растительные масла, или использованные масла для жарки. Преимуществом использования данного сырья служит снижение себестоимости биодизельного топлива, а недостатком является высокое содержание свободных жирных кислот (СЖК), которые в процессе переэтерификации в присутствии щелочного катализатора приводят к образованию мыл. Следовательно, переработку масел с высоким содержанием СЖК необходимо проводить в присутствии кислотных катализаторов. Проведение процесса этерификации с использованием кислотных гомогенных катализаторов (например, серная кислота) обеспечивает высокий выход МЭЖК, однако имеет ряд недостатков: коррозия оборудования, большое количество кислых сточных вод и т.д. Решением данных проблем является использование гетерогенных кислотных катализаторов. Катиониты являются перспективными катализаторами в процессах получения биодизельного топлива из сырья с высоким содержанием СЖК. Ранее в нашей работе проводили исследование процесса этерификации СЖК в присутствии катионообменных смол [1]. Поэтому в продолжение исследований по применению катионитов нами была проведена модификация (гиперсульфирование) катионообменных смол, гелевой структуры КУ-2-8 (ГС КУ-2-8) и макропористой структуры Lewatit MonoPlus SP 112 (ГС Lewatit).

Процесс гиперсульфирования проводили при температуре 90°C в 10% несвязанного SO<sub>3</sub>, с последующей нейтрализацией и сушкой при температуре 60°C в течение 12 часов. Активность полученных гиперсульфированных катионитов исследовали в процессе этерификации СЖК при температуре 60 °С, мольное соотношение метанола к ЖК - 10:1, загрузка катионита – 10% от масс. СЖК. Результаты каталитических испытаний представлены в табл. 1.

**Таблица 1**  
**Результаты каталитических испытаний**  
Конверсия СЖК, %

Время, ч	1 ч	4 ч	8 ч	12 ч
Серная кислота	30,316	55,645	61,827	63,615
КУ-2-8	12,289	29,615	48,451	57,112
ГС КУ-2-8	14,081	35,491	52,705	58,565
Lewatit	19,820	35,897	52,619	61,538
ГС Lewatit	12,737	40,065	63,003	64,058

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках научного проекта FSWR2022-0003.*

1. **Отопкова, К.В.** Сравнительное исследование каталитической активности сульфокатионитов макропористой и гелевой структуры в процессе этерификации жирных кислот/ Отопкова К.В., Есипович А.Л., Канаков Е.А., Чарыкова Т.А., Байдаченко В.Е., Рябова Т.А. // Кинетика и катализ. – 2022. – Т. 63. – № 6. – С. 749–759.

УДК.621.793

ВАСИН Е.Н., ГУНЬКО Ю.Л., КОЗИНА О.Л., ШЕИН Р.Э.

### МЕТАЛЛИЗАЦИЯ ПОРИСТЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для изготовления некоторых типов щелочных источников тока с положительными оксидноникелевыми электродами в настоящее время применяются фольговые металлокерамические электроды. При их изготовлении применяется дорогой порошок карбонильного никеля, проводится высокотемпературная обработка в атмосфере водорода и введение активного вещества гидроксида никеля путем многократных пропиток основы в растворах нитрата никеля и щелочи. Все это приводит к высокой стоимости изготовления таких электродов, а само производство сопровождается большим количеством экологически опасных выбросов.

В работе [1] предлагается наносить первичный электропроводящий слой на поверхности печатных плат с использованием растворов на основе гипофосфита меди с последующим осаждением металлопокрытий гальваническим способом. Однако такой способ не позволяет наносить токопроводящий слой на пористые полимерные материалы. Это связано с низкой термической устойчивостью гипофосфита меди, приводящей к практически неуправляемому протеканию реакции разложения гипофосфита меди и сгоранию пористой полимерной матрицы.

Нами разработан метод получения проводящего слоя для изготовления металлощелочных электродов толщиной до 1,5 мм по следующей технологической схеме:

1. Подготовка основы перед нанесением первичного электропроводящего слоя.

2. Обработка методом окунания в составе, содержащем (г/л): медь сернокислая пентагидрат – 50, натрия гипофосфит моногидрат – 50, добавка-стабилизатор – 50, смачиватель - 20 мл/л.

3. Термообработка пропитанных основ при температуре (125 – 130) °С.

4. Никелирование в стандартном электролите типа Уоттса при напряжении на ячейке никелирования (1,5 – 1,6) В при температуре раствора (45-50) °С.

После изготовления основа подвергалась наполнению активным веществом – гидроксидом никеля – путём последовательных обработок в соли никеля и щелочи и направлялась на изготовление электродов. Испытания оксидноникелевых электродов, полученных по предложенной технологии, показали их хорошую работоспособность в условиях никель-кадмиевых аккумуляторов.

---

**Пат. 2084087 Российская Федерация, МПК<sup>6</sup> Н 05 К 3/18.** Способ электрохимической металлизации отверстий печатных плат [Текст] / Ломовский О.И., Фадеев Е.И., Фадеев В.Е.; заявитель и патентообладатель Ломовский О.И. - № 93030898/07; заявл. 15.06.1993; опубл. 10.07.1997. – 5 с.

УДК: 691.175.664 + 691.175.2

ВЛАСОВ Р.Р., РЯБОВА Д.И., ПОЛОНСКИЙ В.А., РЯБОВ С.А.

## **СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ПЕН ПРИ ВВЕДЕНИИ НАПОЛНИТЕЛЯ МДЭА-МУНТ**

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

В настоящее время наблюдается возрастающий интерес к полимерным композиционным материалам, главное преимущество которых заключается в том, что даже небольшие добавки могут значительно улучшить специфические свойства материалов, например, механическую прочность без увеличения массы элементов [1]. Одним из актуальных направлений подобных исследований является создание жёстких полиуретановых композиционных пенопластов, незаменимых в строительной и многих других отраслях промышленности.

В качестве наноразмерных добавок при получении композитов особый интерес представляют углеродные нанотрубки, которые обладают большой удельной поверхностью, а также высокой химической и термической стабильностью и в то же время низкой плотностью [2,3]. Известно, что использование нефункционализированных нанотрубок приводит к агломерации и неравномерному распределению их в матрице материала, для чего с целью лучшего диспергирования в композиции проводится функционализация наночастиц.

Таким образом, в ходе данной работы получены образцы жёстких полиуретановых композиционных пенопластов с добавкой МУНТ, функционализированных метилдиэтаноломином. Благодаря подобной модификации наполнителя на поверхности МУНТ образуется полиуретановый слой, прочно сцепленный с нанотрубкой.

Равномерность распределения частиц была доказана при помощи оптической микроскопии по наблюдаемому уменьшению среднего размера ячеек пенопластов. Благодаря улучшению морфологии микроячейистой структуры наблюдается уменьшение теплопроводности полученных полиуретановых композитов, т.к. радиационный перенос тепла непосредственно связан с диаметром ячеек пены.



Испытания образцов на сжатие показали значительное улучшение их прочностных характеристик наряду с незначительным уменьшением кажущейся плотности полученных модифицированных пенопластов. Предполагается, что улучшение прочностных характеристик непосредственно связано с уменьшением среднего размера ячеек и равномерностью распределения нанотрубок в объеме получаемого композиционного пенопласта.

Таким образом, можно утверждать, что получение подобных композиционных жёстких полиуретановых пен имеет большие перспективы дальнейшего применения благодаря расширению диапазона рабочих температур и существенному улучшению функциональных свойств без увеличения массы материала.

### ***Библиографический список***

1. Madaleno L, Pyrz R, Crosky A, et al. // Composites: Part A 2013;44–7.
2. Prolongo S. G., Campo M., Gude M. R., et al. // Compos. Sci. Technol., 2009. – Vol. 69. – Issues 3–4. – P. 349–357.
3. Zhu J. H., Wei S. Y., Ryu J., et al. // J. Mater. Chem., 2010. – Vol. 20. – Issue 23. – P. 4937–4948.

УДК 537.9

МОЧАЛОВ Л.А., КУДРЯШОВ М.А., ВШИВЦЕВ М.А., ПРОХОРОВ И.О.

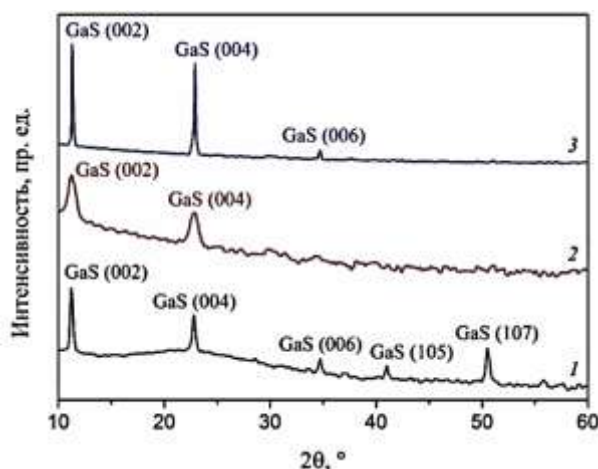
### **ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК СУЛЬФИДА ГАЛЛИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сульфид галлия (GaS) представляет собой бинарное соединение группы III–VI, которое привлекает все большее внимание среди множества слоистых полупроводников благодаря своим отличительным оптоэлектронным и анизотропным структурным свойствам. В зависимости от расположения слоев выделяют четыре политипа GaS ( $\beta$ ,  $\epsilon$ ,  $\gamma$  и  $\delta$ ), хотя гексагональный (2H-фаза)  $\beta$ -политип является наиболее энергетически выгодным в расположение кристаллов. Одиночный слой  $\beta$ -GaS состоит из повторяющихся звеньев S-Ga-Ga-S, при этом различные слои удерживаются вместе вдоль оси слабыми ван-дер-ваальсовыми силами. В отличие от других исследованных монохалькогенидов переходных металлов GaS имеет большую оптическую ширину запрещенной зоны ( $E_g$ ). Таким образом, двумерный (2D) GaS заполняет пустоту между 2D-полупроводниками с малым  $E_g$  и изоляторами, что представляет интерес для реализации фотодетекторов, селективных к ультрафиолетовому (УФ) излучению, синих/УФ-светоизлучающих диодов (СИД) с перестройкой цвета и ван-дер-ваальсовых гетеропереходов I типа в фотокатализе. В отличие от некоторых двумерных материалов, которые реагируют с воздухом или подвергаются фотоиндуцированному окислению у идеально стехиометрического 2D GaS присутствует устойчивость к окислению как при лазерном/сильном ультрафиолетовом облучении, так и при механическом воздействии, демонстрируя высокую энергию активации ( $\sim 3,1$  эВ) для диссоциации и хемосорбции молекул  $O_2$ .

Были проведены эксперименты по синтезу пленок Ga-S при разной мощности плазмы. После получения данных образцов они изучались при помощи рентгенофазового анализа. На рисунке представлены полученные результаты. По данным дифрактограммам видно, что при минимальной мощности плазмы, наблюдаются пики от плоскостей (002), (004), (006), (105) и (107), которые указывают на поликристаллическую структуру  $\beta$ -GaS. Увеличение мощности плазмы до 50 Вт при к текстурированию пленки с ориентацией вдоль оси с. При увеличении

мощности до 70 Вт рефлексы (002) и (004) становятся более узкими и интенсивными, что свидетельствует об уменьшении дефектов в пленке и к формированию монокристаллической фазы  $\beta$ -GaS.



**Рис. 1.** Диффрактограммы пленок сульфида галлия, осажденных на сапфир при температуре подложки 250 °С и мощностях плазмы 30 (1), 50 (2) и 70 Вт (3).

*Исследование выполнено при поддержке гранта №22-19-20081 «Разработка научных и технологических основ синтеза функциональных наноструктурированных полупроводниковых материалов на основе халькогенидов галлия для применений в электронике, оптоэлектронике, спинтронике и катализе».*

УДК 66.088

ГАШНИКОВА Е.Д., ТИТОВ Е.Ю.

## ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ ПИРОЛИЗ C<sub>6</sub> УГЛЕВОДОРОДОВ В ЖИДКОЙ ФАЗЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Термический пиролиз углеводородного сырья является одним из крупнотоннажных промышленных процессов. Основными продуктами пиролиза являются низшие олефины, преимущественно этилен, который является важнейшим сырьем для синтеза нефтехимических продуктов [1]. На основе этилена получают такие продукты, как полиэтилен, винилхлорид, окись этилена, гликоли, стирол, этанол, винилацетат и другие соединения, которые используют для получения пластиков, синтетических каучуков, эластомеров, синтетических волокон и т.д. Объем производства этилена в РФ по итогам 2022 года составил более 4 млн. тонн. Процесс пиролиза проводят в высокотемпературных печах, температуру которых поддерживают за счет сгорания топливного газа, что приводит к высоким выбросам углекислого газа в атмосферу. На тонну получаемого этилена приходится 1,5 – 2,5 тонны углекислого газа [2]. Большинство проблем при эксплуатации печей пиролиза связано с отложением кокса в трубах змеевиков из-за высоких температур при проведении процесса. Замена высокотемпературных реакторов и печей на плазменные реакторы, работающие с использованием безуглеродного электричества, позволит значительно снизить эмиссию CO<sub>2</sub>.

Настоящая работа посвящена разработке метода плазмохимического пиролиза модельных соединений прямогонного бензина (н-гексана, циклогексана и бензола). Электрические разряды в жидкой фазе обеспечивают активацию молекул, что приводит к

образованию короткоживущих радикалов, которые стимулируют вторичные процессы рекомбинации, деструкции и конденсации. Процесс плазмохимического пиролиза проводился в реакторе из тефлона с двумя графитовыми электродами [3]. Один электрод соединен с муфтой и шаговым двигателем, а другой – неподвижный. Генерация низковольтных разрядов производится автоматическим регулированием расстояния между электродами. Исследование плазмохимического пиролиза С<sub>6</sub> углеводородов проводилось при напряжении постоянного тока 300 В и времени процесса 1-3 ч. Конверсия сырья увеличилась при увеличении времени проведения процесса на 15-45% масс. Выход газообразных продуктов составил 90,8-99,8% масс. Основные продукты в газовой фазе: водород (44-57% мол.), ацетилен (24-39% мол.), этилен (0,9-11% мол.), метан (1,5-6% мол.), углеводороды C<sub>3</sub>-C<sub>5</sub> (0,8-8% мол.) и C<sub>6</sub>+ (3-6% мол.).

### ***Библиографический список***

1. **Лаврентьева Т.А.** ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ/ Ишмухамедов Р.Р. // Символ науки. 2021.
2. **Жагфаров, Ф. Г.** Тенденции переработки газового углеводородного сырья в процессе пиролиза / Ф. Г. Жагфаров, П. О. Гуськов, А. Л. Лапидус // . – 2011. – № 3-4. – С. 26-31. – EDN YNHANN.
3. **Titov, E.Y.** Liquid-Phase Non-Thermal Plasma Discharge for Fuel Oil Processing/ Bodrikov, I.V.; Serov, A.I.; Kurskii, Y.A.; Titov, D.Y.; Bodrikova, E.R.// Energies 2022, 15, 3400.

УДК 547.412.2:66.011

ДАНИЛИЧЕВ А.П., БАЖАН Л.И.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ БЛОКА ОЧИСТКИ 1,2-ДИХЛОРЕТАНА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

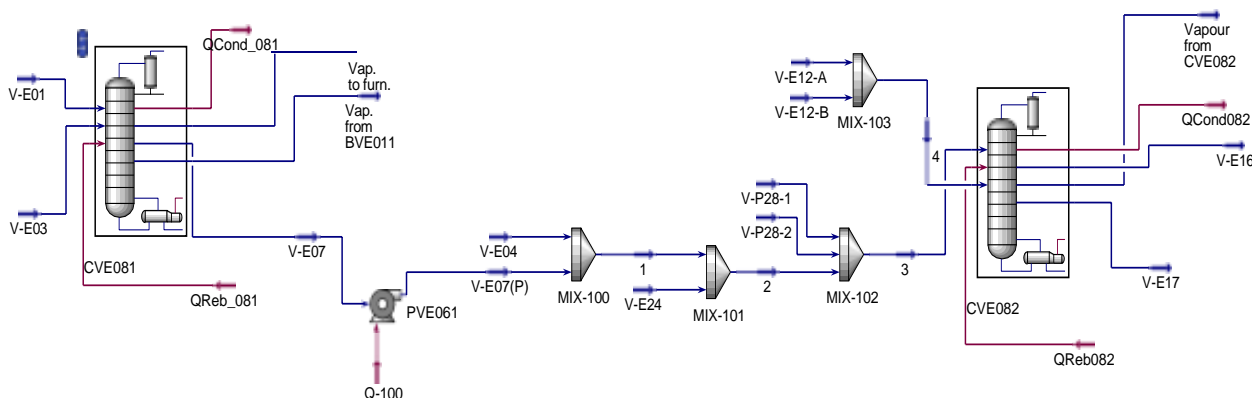
Поливинилхлорид (ПВХ) является стойким к щелочам, минеральным маслам, многим кислотам и растворителям термопластичным полимером, который широко применяется для производства труб, оконных рам, пленок, искусственных кож, линолеума и др. Производство ПВХ занимает по объему выпуска второе место после полиэтилена среди полимерных материалов. Поливинилхлорид получают радикальной полимеризацией винилхлорида мономера в массе, суспензии или растворе. Наибольшее распространение в промышленности получил суспензионный способ получения поливинилхлорида: около 70% в мире ПВХ производится суспензионным способом.

Современные варианты получения винилхлорида мономера (ВХМ) основаны на сбалансированной схеме получения 1,2-дихлорэтана (1,2-ДХЭ) прямым хлорированием и оксихлорированием этилена и последующем пиролизе образующегося 1,2-дихлорэтана.

Блок очистки 1,2-ДХЭ предназначен для получения пригодного для подачи на стадию пиролиза 1,2-ДХЭ с выделением побочных легкокипящих (хлоропрен, хлороформ, 1-хлор-1,3-бутadiен и др.) и высококипящих (1,4-дихлор-транс-2-бутен, тетрахлорэтилен, трихлорэтилен и др.) жидких фракций. При наличии этих побочных продуктов в подаваемом на блок пиролиза 1,2-ДХЭ, снижается конверсия, а наличие хлоропрена и других примесей приводит к росту образования кокса и уменьшению времени работы змеевиков печей пиролиза.

Проведено моделирование блока очистки 1,2-дихлорэтана в среде симулятора химических процессов Aspen HYSYS (рис. 1) и рассчитан оптимальный режим работы блока

очистки 1,2-ДХЭ (материальный поток 1,2-ДХЭ на пиролиз V-E16 – 121066,6988 кг/ч, содержание 1,2-ДХЭ – 99,4387%).



**Рис.1** Схема блока очистки 1,2-дихлорэтана Aspen Hysys:

- CVE081 – колонна отгонки легкокипящих побочных продуктов;
- CVE082 – колонна отгонки высококипящих побочных продуктов;
- V-E01 – материальный поток 1,2-ДХЭ со стадии очистки ВХМ;
- V-E03 – материальный поток 1,2-ДХЭ со стадии оксихлорирования;
- V-E07 – кубовая жидкость с колонны CVE081;
- V-E04 – материальный поток 1,2-ДХЭ со стадии оксихлорирования;
- V-P28-(1/2) – жидкость с сепараторов закалочного газа пиролиза;
- V-E12-(A/B) – дренаж с газожидкостного сепаратора ДХЭ стадии пиролиза;
- V-E16 – материальный поток 1,2-ДХЭ на пиролиз;

УДК 66.069.856

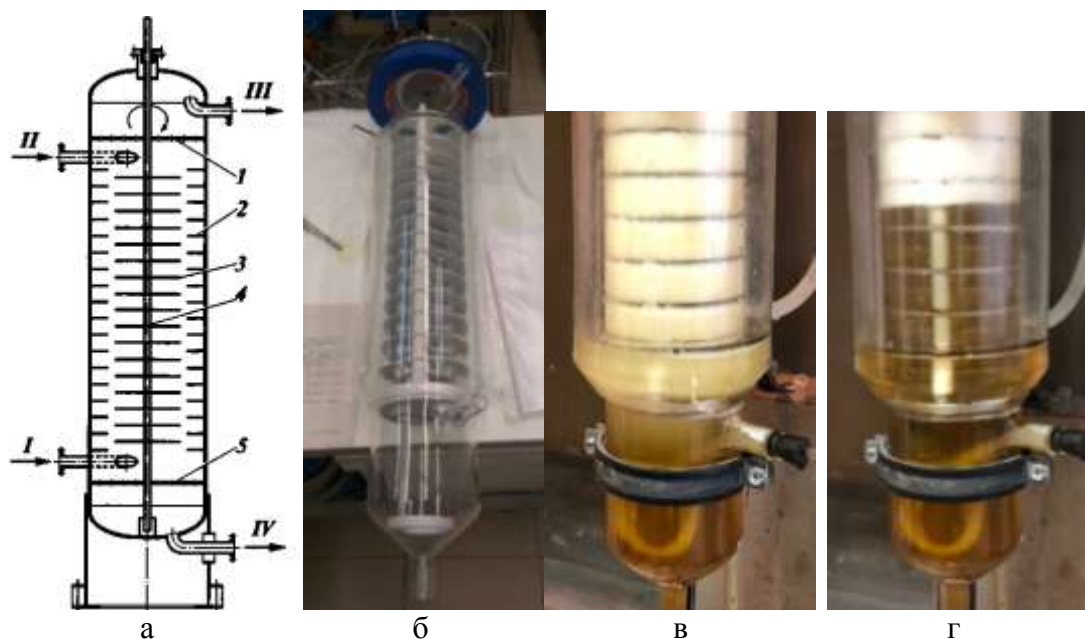
ЖЕХАНОВ С.А., ДЕМЧЕНКО О.А., ДИКОВ В.А.

## ПЕНООБРАЗОВАНИЕ В РОТОРНО-ДИСКОВЫХ АППАРАТАХ ПРИ ГАЗОЖИДКОСТНЫХ ПРОЦЕССАХ

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Тепломассообменные процессы, протекающие в гетерогенных средах, в настоящее время широко используются в пищевой, фармацевтической и химической, металлургической, и других смежных отраслях промышленности. Особое внимание уделяется процессам газожидкостного взаимодействия (хлорирование, озонирование, газожидкостные реакции, абсорбция и т.п.). В данных процессах чаще всего лимитирующей стадией является диффузионное взаимодействие сред. В этих условиях основное внимание исследователей уделяется организации развитой поверхности межфазного контакта с получением пенно-барботажного слоя. Одной из сложностей при эксплуатации подобного типа аппаратов при озонировании растительных масел является возникновение при пусковом режиме т.н. слоя паразитной пены, которая приводит к значительному снижению коэффициента использования полезного объема аппарата.

На кафедре ТОТС был разработан и смонтирован пилотный стенд для изучения характеристик пенно-барботажного слоя в вертикальных цилиндрических аппаратах с двумя коаксиально установленными в них зонами контакта фаз – стационарным набором колец на едином основании и подвижной зоны в форме набора дисков на едином роторе (см. рис. 1).



**Рис. 1. Роторно-дисковые аппараты**

*а – схема конструкции, б – общий вид, в – высота паразитной пены в аппарате без перемешивания, г – высота паразитной пены в аппарате с перемешиванием*

В ходе проведения постановочных исследований на системе «масло-О<sub>3</sub>» было установлено, что наиболее перспективным является применение ротора с дисками, снабженными лопатками. В отличие от аппарата со стационарным газожидкостным слоем высота паразитной пены при запуске процесса в аппарате данного типа существенно меньше.

Также применение данного типа ротора позволяет сформировать развитый газожидкостной слой в основном объеме аппарата с высокой степенью турбулентности потоков, что должно интенсифицировать процессы тепло-массопереноса между контактирующими фазами.

УДК 667.6

ЗАБАЛУЕВА Д. К., АНАНЬЕВА Е. Ю.

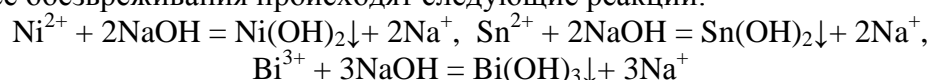
## **ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПОСЛЕ ОПЕРАЦИЙ ОЛОВЯНИРОВАНИЯ И НИКЕЛИРОВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексева

Гальванотехника - один из наиболее распространенных видов электрохимического производства, который включает процессы нанесения покрытий в виде металлов, защитно-декоративной отделки, повышения сопротивления износу и поверхностной твердости, антифрикционных свойств, (гальваностегия) [1].

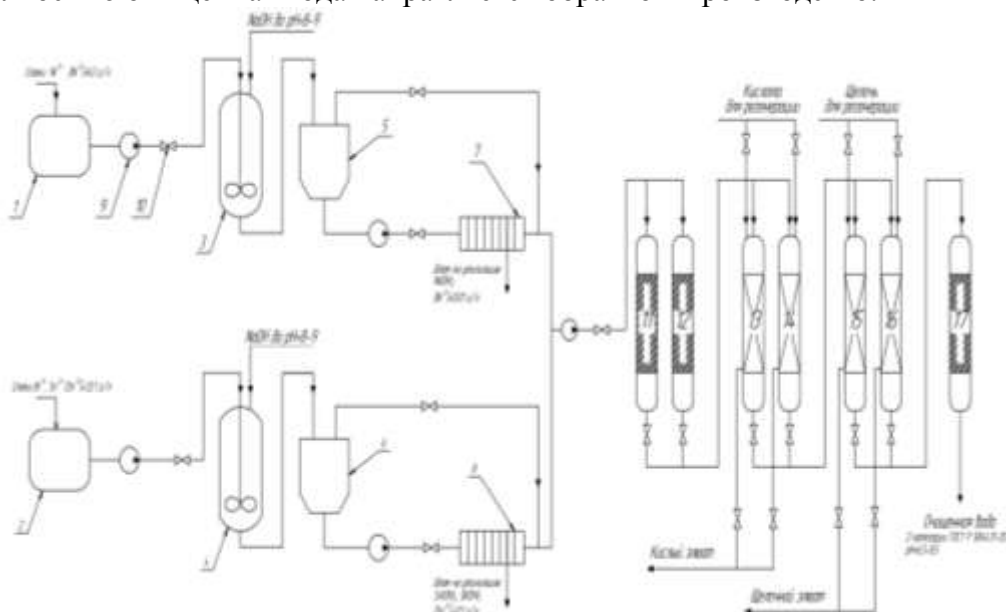
После операций никелирования и оловянирования образуются стоки с ионами тяжелых металлов Ni<sup>2+</sup>, Sn<sup>2+</sup>, Bi<sup>3+</sup>, которые с помощью NaOH следует связать в малорастворимые основные соли и гидроксиды [2].

В процессе обезвреживания происходят следующие реакции:



Сточные воды с ионами тяжелых металлов после ванны промывок направляются на реагентную очистку, представленную на рисунке 1.1.

Сточные воды из цехов собираются в емкостях 1 и 2. Далее сточные воды насосом 9 подаются в камеру реакций 3 и 4, в которую заливается NaOH для образования основных солей и гидроокисей тяжелых металлов (время пребывания 25 минут). Из камеры реакций стоки самотеком поступают в полочный отстойник 5 и 6 для отстаивания осадка. Осадок под гидростатическим давлением передавливается в осадкоуплотнитель. Осадок из осадкоуплотнителя подается насосом на автоматический фильтр-пресс 7 и 8, из которого отделяется фильтрат и осадок – шлам. Обезвоженный осадок (влажность 60 – 70%) в виде Ni(OH)<sub>2</sub>, Sn(OH)<sub>2</sub>, Bi(OH)<sub>3</sub> из фильтр-пресса загружается в мешки, складировается, затем вывозится на утилизацию. Верхние слои отстаившейся воды из осадкоуплотнителя отводятся насосом в ионообменные колонны 11 – 17. Катионообменные и анионообменные колонны в ходе очистки регенерируются кислотой и щелочью соответственно. Из ионообменных колонн полностью очищенная вода направляется обратно в производство.



**Рис. 1.1 . Схема очистки сточных вод**

Известно, что максимальная степень очистки сточных вод после комбинированной установки, состоящей из реагентной и ионообменной очистки, составляет 90-94% в диапазоне концентраций ионов никеля и олова в пробе 500-1000мг/л [2].

### **Библиографический список**

1. Агладзе, Р.И., Гофман, Н.Г., Кудрявцев, Н.Т. (ред.), Кузьмин, Л.Л., Томилов, А.П. Прикладная электрохимия. Изд. 2-е, пер. и доп. – М.: Химия, 1975. – 552 с.
2. **Виноградов, С.С.** Экологически безопасное гальваническое производство / С. С. Виноградов - М.: Глобус, 1998. – 302 с.

УДК 66.087.7+54.058

ЗЕМЦОВА Е.Д., ДЕВЯТКИНА Т.И., ПЛОХОВ С.В.

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ИЗВЛЕЧЕНИЯ КОБАЛЬТА ИЗ ОТХОДОВ ХИМИЧЕСКОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Покрyтия кобальтом, получаемые химическим способом, по многим свойствам не уступают, а по коррозионной стойкости, износостойкости и микротвердости превосходят

традиционно применяемые никелевые покрытия. Недостатком химического кобальтирования, как и всех процессов металлизации в водных растворах, является большое количество отходов в виде отработанных электролитов и промывных вод. Эти отходы являются результатом применения проточных промывок после металлизации, которые требуют огромного водопотребления и ведут к безвозвратным потерям кобальта (II).

Цель данной работы заключалась в составлении технологической схемы извлечения металла из отработанных растворов и промывных вод химического кобальтирования и сокращения водопотребления.

Кобальтовые покрытия без включений фосфора и бора наносят из растворов с гидразиновым восстановителем. Поэтому растворы, моделирующие отработанные электролиты имели состав, г/л: сульфат кобальта (на металл) до 3,5;  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  110-130; лимонная кислота 90-110;  $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  80-110;  $\text{H}_2\text{O}_2$  до 3,0;  $\text{NaOH}$  до pH 11,5. Промывные воды содержали, г/л: сульфат кобальта (на металл) до 1,5;  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  30-40; лимонная кислота 25-30;  $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  20-30;  $\text{H}_2\text{O}_2$  до 0,1;  $\text{NaOH}$  до pH 11,5.

В качестве основных методов для извлечения  $\text{Co}$  (II) были выбраны электролиз (распространен в России) и ионный обмен (применяется за рубежом). Эти методы показали высокую эффективность при извлечении металлов в гальванических производствах. Причем, электролиз использовался для выделения металлов из отработанных электролитов, а ионный обмен для извлечения солей металлов из промывных вод.

Элюаты после регенерации ионитов подвергались электрохимической доочистке с выделением чистых металлов. Однако, в отличие от гальванических процессов, в которых металлы находятся в виде простых гидратированных катионов, в исследуемых нами составах  $\text{Co}$  (II) присутствует в виде сложных по структуре хелатных тартратно-цитратных анионных комплексов. Катодное осаждение из них кобальта протекает с низким (30-10 %) выходом по току, а в присутствии катионов гидразиния ( $\text{N}_2\text{H}_5^+$ ), обладающих высокой адсорбцией на катодной поверхности, полностью прекращается. Для повышения показателей электролиза необходимо предварительно химическим способом разрушать комплексные соединения кобальта и удалять гидразин. Разрушение комплексов требуется также для достижения высоких показателей ионообменного выделения  $\text{Co}$  (II) из промывных вод. Это связано с тем, что прямое извлечение комплексов анионитами невозможно, поскольку в первую очередь сорбируются более подвижные и простые анионы  $\text{SO}_4^{2-}$ .

По указанным причинам технологическая схема извлечения кобальта из отходов химической металлизации существенно отличается от той, которая применима для гальванических производств, и состоит в следующем. Все промывные ванны после металлизации работают в непроточном режиме. Отработанные растворы и промывные направляют на совместную химическую обработку. Химическая обработка состоит в снижении значения pH раствором  $\text{H}_2\text{SO}_4$  с концентрацией 100 г/л. В результате происходит последовательное выпадение в осадок и удаление на последующую переработку соединений гидразиния (pH 4,0-4,5), кислых виннокислых солей (pH 3,0-3,5), а также окончательное разрушение комплексов до гидратированных катионов  $\text{Co}^{2+}$  и лимонной кислоты в растворимой молекулярной форме при pH 2,0. Из этого раствора, после фильтрации и обработки активированным углем, извлекают ионы металла катионитом КУ-2-8 в  $\text{Na}^+$ -форме. Элюаты, полученные после регенерации катионита, направляют на электролиз. Они имеют pH 3,0 и состав, г/л:  $\text{Co}^{2+}$  (в виде  $\text{CoSO}_4$ ) 17-19, сульфат натрия 50-60.

Элюаты после электрохимической обработки и корректировки по сульфату натрия можно вновь применять для регенерации катионита в качестве элюента. Извлекаемый электролизом кобальт можно использовать в металлургии, производстве катализаторов, стекол, керамики, светофильтров, эмалей, пигментов, красителей и другой продукции. Переход на непроточную систему промывок позволяет в несколько раз снизить водопотребление, улучшая экологические и экономические показатели производства.

## ИЗУЧЕНИЕ МИЦЕЛЛООБРАЗОВАНИЯ ТЕРПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ МЕТАКРИЛОВЫХ ЭФИРОВ, СОДЕРЖАЩИХ ЗВЕНЬЯ N- МЕТАКРИЛОИЛАМИНОПРОПИЛ-N,N-ДИМЕТИЛ-N-ПРОПИЛАММОНИЙ БРОМИДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Полимеры на основе метокси(олигоэтиленгликоль)метакрилатов в настоящее время рассматриваются как перспективные носители гидрофобных лекарственных средств. Необходимую для создания мицеллярных наноконтейнеров степень амфифильности подобным полимерам может придавать введение в состав гидрофобных звеньев различной природы. За счет дополнительного введения звеньев, содержащих в своем составе четвертичные аммониевые соединения, получаемым полимерам дополнительно придается антимикробная и противогрибковая активность, не зависящая от загружаемого в наноконтейнер препарата.

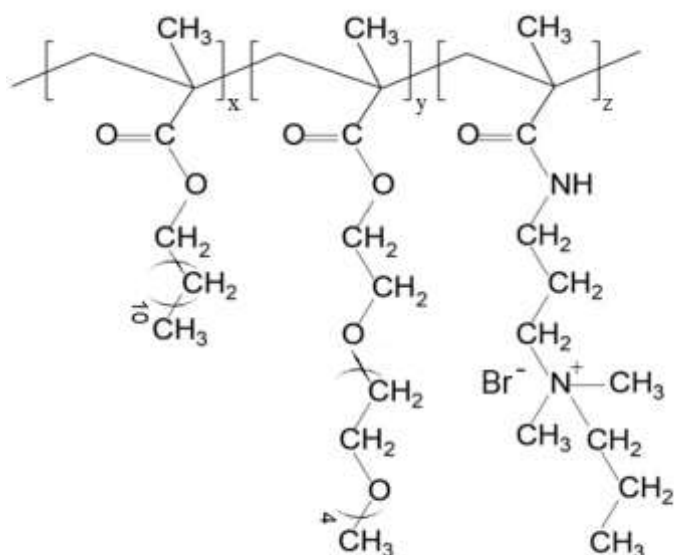


Рис. 1. Структура терполимеров.

Контролируемой радикальной полимеризацией с обратимой передачей цепи по механизму присоединения-фрагментации были получены терполимеры метоксиолиго(этиленгликоль)<sub>5</sub>метакрилата (МОЭГМА), додецилметакрилата (ДМА) и N-метакрилоиламинопропил-N,N-диметил-N-пропиламмоний бромида (ЧАС). Структура полимеров приведена на рисунке 1.

Для всех синтезируемых полимеров соотношение МОЭГМА и ДМА бралось постоянным (2:1), а доля звеньев ЧАС варьировалась от 5 до 20 %. Для всех полимеров проводилось определение критических концентраций мицеллообразования

(ККМ) в водной среде, гидродинамического радиуса агрегатов и загрузочной емкости мицелл по отношению к модельному гидрофобному соединению (пирену). ККМ определялась спектрофлуориметрически по методу пиреновой пробы, гидродинамический радиус определялся методом динамического рассеяния света, емкость мицелл – спектрофотометрическим способом. Результаты измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1

### Характеристики мицелл полимеров

№	Доля звеньев ЧАС, %	ККМ, мг/л	R <sub>n</sub> , нм	Емкость, мг/г
1	5	2,5	2,017	25,1
2	10	0,4	3,175	29,6
3	20	5,6	1,735	13,1

Установлена нелинейность зависимости всех рассматриваемых показателей от доли звеньев ЧАС; между значениями ККМ и емкостью мицелл к гидрофобным веществам наблюдается обратная корреляция. Наибольшей загрузочной емкостью обладает полимер с



промежуточным (10 %) содержанием звеньев ЧАС. Наиболее гидрофильный полимер, содержащий 20 % звеньев ЧАС, обладает наименьшей емкостью мицелл к пирену.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-73-10220, <https://rscf.ru/project/22-73-10220/>.

УДК 66.087.3+661.418.3

КАРНАЕВА Д. О., БАЧАЕВ А. А., ТАРАНЕЦ Р. В.

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СТОКОВ ПРОИЗВОДСТВА ВХМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Для повышения степени водооборота желательное использование сточных вод. Производства ВХМ, как правило, совмещены или близко расположены с цехами электролиза растворов поваренной соли. Для увеличения степени замкнутости технологического процесса по воде, сток с ВХМ, содержащий большое количество поллютантов, желательнее направлять в анолитный контур электролизера для восполнения потерь.

В случае органических поллютантов анодный процесс может привести к образованию полимерных продуктов, экранирующих поверхность электрода [1], что приведет к сокращению истинной поверхности, росту истинной плотности тока, увеличению перенапряжения выделения хлора, локальному перегреву электролита и сокращению срока службы анодов.

Для изучения электрохимической активности органических примесей стока ВХМ состава: [1,2-DCE] = 0,871 мг/л, [EtG] = 0,666 г/л, [Acet] = 1,365 мг/л, [ClM3] = 2,907 мг/л, [ClEt] = 0,372 г/л и [NaCl] = 25 г/л – приготовлен модельный раствор из деионизированной воды и пищевой соли марки «экстра», содержащей не менее 99,7% NaCl и не содержащий органические примеси. Для увеличения электропроводности в сток и модельный раствор добавлено 50 г/л Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. В полученных растворах сняты потенциодинамические кривые.

В интервале потенциалов +1,5 ÷ +2 В наблюдается большее значение (до 2 раз) величины плотности тока в стоке с ВХМ по сравнению с модельным раствором, что косвенно указывает на наличие окисляющихся органических примесей в стоке. Соответственно, без предварительной обработки сток не может быть введен в анолитный контур, так как органические примеси могут снизить выход по току целевых продуктов или же экранировать поверхность электрода полимерными продуктами. Требуется предварительная очистка от органических примесей.

Окисление органических примесей желательнее проводить с полной минерализацией до воды и CO<sub>2</sub>. Современным решением является применение усовершенствованных процессов окисления (AOPs). В этих процессах происходит химическая генерация активных радикалов, которые в свою очередь окисляют органические поллютанты [2, 3]. Возможность окисления прямо зависит от величины RedOx потенциала окисляющей среды. Наиболее значимым является гидроксильный радикал, обладающий E<sub>RedOx</sub> (OH·) = +2,86 В. Этот радикал может быть сгенерирован в процессе Фентона из перекиси водорода, которая обладает E<sub>RedOx</sub> (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) = +1,78В. Для хлор-щелочных производств заслуживает внимания применение гипохлорита, являющегося побочным продуктом, однако ему присуща избирательность в процессах окисления и сравнительно низкий E<sub>RedOx</sub> (ClO·) = +1,36В [3].

### *Библиографический список*

1. Г. В. Корниенко, Е. А. Орлина, Н. В. Чаенко, В. Л. Корниенко, Н. Г. Максимов., Электрохимическое окисление фенола на оксидно-рутениево-титановом аноде с добавлением активных форм кислорода, in situ генерированных из молекулярного кислорода, пероксида водорода и воды/ Journal of Siberian Federal University. Chemistry, № 7, 2014. – С.200 – 208.
2. Ivana Grcic , Dinko Vujevic , Josip Sepcic , Natalija Koprivanac., Minimization of organic content in simulated industrial wastewater by Fenton type processes: A case study / Journal of Hazardous Materials, № 170, 2009. – С.954 – 961.
3. Л.Э. Шейнкман, Л.Н. Савинова, Д.В. Дергунов, В.Б. Тимофеева., Усовершенствованные окислительные процессы очистки промышленных сточных вод / Экология и промышленность России, т. 19, № 6, 2015. – С.32 – 36.

УДК 621.357.74+669.38+004.42

КИШИКОВА Д.Д., ТАРАНЕЦ Р.В., КОЗИНА О.Л., РОГОЖИН В.В., ДЕВЯТКИНА Т.И.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ВАРИАНТА ПОСТРОЕНИЯ ЦИКЛОГРАММ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ АВТООПЕРАТОРНОЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ ЛИНИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

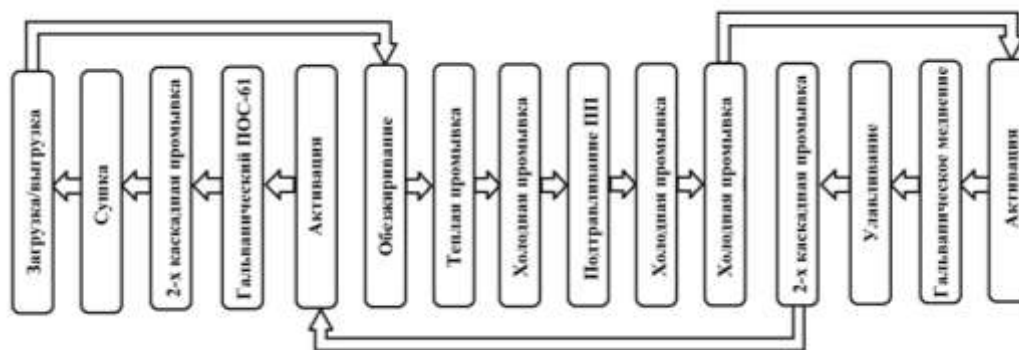
Несмотря на то, что циклограмма занимает небольшой объем в конструкторской документации, ее построение – это сложный процесс, требующий определенных практических навыков, знания конструкции гальванического оборудования и особенностей технологического процесса. Оптимальная циклограмма автооператорной линии во многом определяет технико-экономические показатели технологии обработки изделий, надежность и долговечность работы линии, ее гибкость, а также условия безопасной работы обслуживающего персонала.

Построение циклограммы является сложной трудоемкой многокритериальной задачей оптимизации. В данной работе для расчета циклограммы, составления расписания последовательности перемещения автооператора и минимизации ритма выдачи подвесок с деталями использовалась прикладная программа «CG Project 1.2», разработанная на кафедре ТЭПиХОВ НГТУ им Р.Е. Алексеева.

Задача состояла в оптимизации работы действующей автооператорной линии нанесения гальванической меди с последующим нанесением металлорезиста из сплава ПОС-61 в производстве печатных плат. Ее решение основывалось на первоначальных производственных данных, таких как технологический процесс, допуски на время операций, планировка линии, параметры автооператоров и ванн.

При наличии двух процессов (меднения и оловянирования) с продолжительностью более 400 сек. обычно рекомендуется использование двух автооператоров для обеспечения приемлемого ритма выдачи подвесок с печатными платами. Было установлено, что благодаря использованию в технологии нового электролита меднения, работающего на интенсивных режимах, можно сократить количество ванн меднения, оптимизировать компоновку линии и составить оптимальную циклограмму на основе предложенной

программы, но уже с одним автооператором. Компонка линии для работы с одним автооператором по новой циклограмме дана на рисунке 1.



**Рис. 1. Предлагаемая компоновка линии и последовательность движения подвесок с печатными платами**

Оптимизация построения циклограммы позволила значительно сократить время выдачи подвесок (с 1801 до 748 секунд), уменьшить машинное время (с 4114 до 3444 секунд), сократить количество дорогостоящих автооператоров и при этом повысить производительность гальванической линии. Данные решения можно реализовать на действующем производстве печатных плат.

УДК 543.42

КНЯЗЕВА А.А., ЧЕРНЯЕВА Е.А., МАШИН Н.И.

## **РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ НИКЕЛЕВЫХ КОНТАКТОВ НА ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЯХ**

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

В последние годы во всём мире увеличивается потребность в компактных, бесшумных и надёжных системах охлаждения. Всем этим требованиям отвечают термоэлектрические модули (ТЕМ) – полупроводниковые устройства, работающие на эффектах Пельтье и Зеебека. Эффективность термоэлементов в значительной степени определяется качеством контактов, назначение которых коммутация ветвей в термоэлементах посредством шин. В качестве материала контактов до температур 500 К хорошо зарекомендовал себя никель.

Толщина слоев никелевых контактов может составлять от нанометров до нескольких микрометров. Из известных физико-химических методов определения поверхностной плотности (толщины) тонких пленок (ТП) наиболее эффективен метод рентгенофлуоресцентного анализа (РФА). Данный метод позволяет экспрессно, с высокой точностью определить толщину и состав нескольких наложенных друг на друга слоев.

Данная работа посвящена разработке методики неразрушающего способа определения толщины ( $d_{Ni} \leq 400$  нм) покрытия из никеля, нанесенного на ТЕМ ( $c_{Se} = 1.13\%$ ,  $c_{Te} = 56.44\%$ ,  $c_{Sb} = 27.04\%$  и  $c_{Bi} = 15.39\%$ ), полученные экструзией.

Исследованы возможности определения толщины никелевых покрытий на ТЭМ при использовании энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного спектрометра EDX-720 (Шимадзу, Япония).

Поверхностные плотности исследуемых ТП  $m_{Ni}$ , как и пленок, служащих образцами сравнения (ОС), устанавливали гравиметрическим методом взвешиванием подложек из полимера до и после напыления пленки (весы ВЛР-20г с точностью  $\pm 5$  мкг). Толщина

пленок никеля определена на многолучевом микроинтерферометре МИИ-11 с точностью  $\pm 2$  нм.

С использованием полученных данных построены и изучены градуировочные зависимости относительных интенсивностей  $NiK_{\alpha}$ -линий от поверхностных плотностей ОС тангенс угла наклона, который представляет собой величину  $\alpha_{NiK_{\alpha}}^{(плм/Ni)/ТЭМ} = 260.2 \pm 0.3 \text{ см}^2/\text{г}$ .

С целью установления точности предлагаемого способа рассчитаны относительные интенсивности флуоресценции  $K_{\alpha}$ -линий никеля для двух образцов с известной поверхностной плотностью на подложках из ТЭМ:  $m_{Ni1}^{грав} = 78.8 \pm 0.9 \text{ мкг}/\text{см}^2$  и  $m_{Ni2}^{грав} = 218.8 \pm 0.9 \text{ мкг}/\text{см}^2$ . С использованием коэффициента  $\alpha_{NiK_{\alpha}}^{(плм/Ni)/ТЭМ}$  рассчитаны величины исследуемого параметра и соответствующие им погрешности:  $m_{Ni1}^{РФА} = 78.3 \pm 0.2 \text{ мкг}/\text{см}^2$  и  $m_{Ni2}^{РФА} = 219.0 \pm 0.2 \text{ мкг}/\text{см}^2$ . Результаты определения поверхностных плотностей пленок гравиметрическим и РФА методами совпадают в пределах случайной погрешности.

Обычно метод РФА позволяет непосредственно определять поверхностную плотность пленки, а не ее толщину. Чтобы перейти от поверхностной плотности к толщине, необходимо знать плотность материала пленки. Плотность ТП никеля устанавливали экспериментально  $\rho_{Ni}^{эксп.} = (8.54 \pm 0.04) \text{ г}/\text{см}^3$ , которая использовалась нами при переходе от поверхностной плотности ТП к ее толщине.

Разработана экспрессная, неразрушающая, обладающая высокой точностью методика определения толщины никелевых покрытий, нанесенных на термоэлектрические модули.

УДК 541.64

КОРШУНОВА М.В., КАМОРИНА Н.С., МОРНОВ А.А., ТИМЧЕНКО Е.А.

### **ПОЛУЧЕНИЕ СОПОЛИМЕРОВ МЕТАКРИЛОВЫХ ЭФИРОВ И N-МЕТАКРИЛОИЛАМИНОПРОПИЛ-N,N-ДИМЕТИЛ-N-ПРОПИЛАММОНИЙ БРОМИДА КОНТРОЛИРУЕМОЙ РАДИКАЛЬНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Сополимеризацией эфирных производных метакриловой кислоты, характеризующихся различными гидрофильно-гидрофобными свойствами, а также N-метакрилоиламинопропил-N, N-диметил-N-пропиламмоний бромида могут быть получены амфифильные сополимеры, обладающие выраженными поверхностно-активными свойствами, стимулчувствительностью, обладающие собственной биологической активностью и потенциально пригодные для формирования мицеллярных наноконтейнеров для направленной доставки и контролируемого высвобождения гидрофобных лекарственных средств в организме человека.

Методом контролируемой радикальной полимеризацией с обратимой передачей цепи по механизму присоединения-фрагментации были получены тройные сополимеры олиго(этиленгликоль)<sub>5</sub>метакрилата (МОЭГМА), додецилметакрилата (ДМА) и N-метакрилоиламинопропил-N,N-диметил-N-пропиламмоний бромида (ЧАС). В качестве агента обратимой передачи цепи применялась 4-циано-4-(додецилсульфанилтиокарбонил)сульфанилпентановая кислота (RAFT-агент), инициатор – азобисизобутиронитрил (АИБН). Мономеры, RAFT-агент и инициатор при полимеризации соотносились по молям как 50:4:1. Концентрация мономеров составляла 30 % в диметилформамиде; полимеризация проводилась в атмосфере азота при непрерывном перемешивании, при температуре 70°C.

Во всех проведенных синтезах МОЭГМА и ДМА брались в постоянном соотношении 2:1 (по молям), а доля звеньев ЧАС варьировалась. Молекулярно-массовые характеристики получаемых полимеров контролировались методом гель-проникающей хроматографии (элюент тетрагидрофуран, 1 мл/мин, колонки Phenomenex, Phenogel 50A и 10<sup>3</sup>A); этот же метод позволял оценивать конверсию основных мономеров в ходе синтеза. Молекулярно-массовые характеристики полимеров приведены в таблице 1.

**Таблица 1**

**Молекулярно-массовые характеристики сополимеров**

№	Доля звеньев ЧАС, %	Конверсия, %	M <sub>теор</sub>	M <sub>n</sub>	M <sub>w</sub>	M <sub>w</sub> /M <sub>n</sub>
1	5	52	2300	3400	4100	1,21
2	10	56	2400	2900	3800	1,31
3	20	71	2900	-	-	-

Для сополимера, содержащего 20 % звеньев ЧАС, характеристики хроматографической системы не позволили установить значения молекулярных масс. Для сополимеров с меньшим содержанием ЧАС методом ГПХ установлены низкие значения полидисперсности получаемых полимеров (не более 1,3). Также при синтезе наблюдалось близкая к линейной зависимость молекулярной массы от конверсии мономеров. В совокупности это подтверждает контролируемый характер полимеризации на всем протяжении синтеза.

Также установлено положительное влияние доли звеньев ЧАС на достигаемые в ходе синтеза конверсии и молекулярные массы сополимеров.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-73-10220, <https://rscf.ru/project/22-73-10220/>.

УДК 66.071.6

КУДРЯВЦЕВА М.С., СТЕПАНОВА Е.А., ШАБЛЫКИН Д.Н., ВОРОТЫНЦЕВ В.М.,  
ПЕТУХОВ А.Н.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗДЕЛЕНИЯ ГАЗОКОНДЕНСАТНОЙ СМЕСИ ТЕХНОЛОГИЕЙ ГАЗОГИДРАТНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Оренбургское газоконденсатное месторождение введено в промышленную эксплуатацию в 1974 году и является одним из крупнейших месторождений. Конвенциональные технологии разделения газоконденсатной смеси характеризуются высокими капитальными, операционными и эксплуатационными расходами в связи с крупногабаритными и энергоемкими процессами и аппаратами. Перед современной промышленностью встает вопрос о снижении энергозатрат и повышении экологичности газоразделения. В связи с этим предложена альтернативная энергоэффективная и экологически безопасная технология газогидратной кристаллизации.

Рассмотрим концентрирование в газогидратной фазе всех компонентов газоконденсатной смеси CH<sub>4</sub> (85.20 мол.%) - C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> (4.204 мол.%) - C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> (1.718 мол.%) - и-С<sub>4</sub>H<sub>10</sub> (0.273 мол.%) - н-С<sub>4</sub>H<sub>10</sub> (0.533 мол.%) - C<sub>5</sub>H<sub>12</sub> (0.628 мол.%) - N<sub>2</sub> (5.361 мол.%) - H<sub>2</sub>S (1.468 мол.%) - CO<sub>2</sub> (0.616 мол.%) (Таблица 1).

Таблица 1

Доля заполнения газами малых ( $\theta_1$ ) и больших ( $\theta_2$ ) газогидратных полостей, а также коэффициенты газогидратного распределения ( $K$ ) газов в газоконденсатной смеси при  $T=283.15$  К и  $P=4.00$  МПа

CH <sub>4</sub>			C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>			C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>		
$\theta_1$	$\theta_2$	$K$	$\theta_1$	$\theta_2$	$K$	$\theta_1$	$\theta_2$	$K$
0.53	0.08	0.48	$1.50 \cdot 10^{-5}$	0.16	1.74	0	0.62	19.33
и-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>			н-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>			н-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>		
$\theta_1$	$\theta_2$	$K$	$\theta_1$	$\theta_2$	$K$	$\theta_1$	$\theta_2$	$K$
0	0.11	24.49	0	$0.38 \cdot 10^{-2}$	0.45	0	0	0
N <sub>2</sub>			H <sub>2</sub> S			CO <sub>2</sub>		
$\theta_1$	$\theta_2$	$K$	$\theta_1$	$\theta_2$	$K$	$\theta_1$	$\theta_2$	$K$
$0.09 \cdot 10^{-2}$	$5.92 \cdot 10^{-5}$	0.01	0.34	0.01	22.82	$0.15 \cdot 10^{-2}$	$0.18 \cdot 10^{-2}$	0.33

Из Таблицы 1 следует, что преимущественно в газовой фазе будут концентрироваться CH<sub>4</sub>, н-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, н-C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> (т.к. коэффициент газогидратного распределения данных газов менее 1). В газогидратной фазе будут концентрироваться остальные компоненты (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, и-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, H<sub>2</sub>S). Кроме того, стоит отметить, что коэффициент газогидратного распределения H<sub>2</sub>S составляет 22.82. H<sub>2</sub>S обладает хорошей адсорбцией газогидратными полостями главным образом за счет малого молекулярного диаметра и низкого давления диссоциации газовых гидратов. Таким образом, решается существующая в настоящее время проблема отсутствия технологии с высокой степенью очистки газового конденсата от серосодержащих соединений.

Таким образом, за 1 стадию процесса газогидратной кристаллизации возможно очистить поток газоконденсатной смеси от основных вредных примесей. Для достижения большей газоразделительной способности возможно применение многократной направленной газогидратной кристаллизации или использование гибридных методов газоразделения (газогидратно-мембранной технологии).

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (код проекта № 22-79-10222).

УДК 66.066.1

КУЗНЕЦОВ Р.Р., СУХАНОВ Д.Е., ДЕМЧЕНКО О.А., ДИКОВ В.А.

## ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ГИДРОЦИКЛОННЫХ АППАРАТОВ

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева

На данном этапе технологического развития в промышленности все большее применение находят технологии аддитивного производства, позволяющие без удаления слоя материала создавать изделия практически любых форм. В свете этого применительно к существу рассматриваемого вопроса становится возможным разработать типоразмерный ряд единичных и батарейных гидроциклонных аппаратов, отличающийся сложностью составляющих аппараты элементов. Такой подход позволит не только минимизировать габариты оборудования, но и улучшить его технологичность в изготовлении, уменьшить

гидравлическое сопротивление и улучшить показатели эффективности разделения за счет возможности создания аппаратов гибкого размерного ряда, чьи размеры диктуются не привязкой к условиям традиционных машиностроительных технологий, а условиями эксплуатации оборудования.

На кафедре ТОТС ДПИ НГТУ была разработана конструкция двухступенчатого гидроциклонного аппарата (авт. свид. RU 2684078 С1), отличающаяся сложной формой переходных элементов в соединении ступеней. Необходимость создания такой сложной формы была продиктована необходимостью сохранения максимальной энергии закрученного потока жидкости при переходе от первой ступени ко второй для повышения эффективности работы аппарата в целом. Особенность конструкции переходного элемента состоит в криволинейной форме и изменяющемся внутреннем сечении его проходного канала (см. рис. 1). Традиционными методами изготовления такое изделие получить достаточно сложно.

Для проверки возможности использования аддитивных технологий методами 3D печати был изготовлен переходник и проведены его испытания, которые показали удовлетворительную сходимость с результатами расчета гидродинамики течения в нем, произведенного ранее методами конечностно-разностного моделирования. Так, отклонение гидравлического сопротивления элемента от расчетных значений не превысило 20%, что является неплохим результатом, но также дает поле для дальнейшей деятельности в этом направлении.



**Рис. 1. Переходные элементы двухступенчатого гидроциклона  
а – по традиционной технологии, б – по аддитивной технологии**

Таким образом, применение аддитивных технологий при разработке и изготовлении гидроциклонных аппаратов позволит не идти по пути подбора приближенного по своим характеристикам аппарата для конкретного технологического процесса, а создавать новое оборудование, максимально соответствующее рабочим условиям.

УДК 54.066

КЮННАП Н.В., БОДРИКОВА Е.Р., ТИТОВ Е.Ю.

## **ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ДЕСУЛЬФУРИЗАЦИЯ ТЯЖЕЛОГО ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ В ПРИСУТСТВИИ АЗОТОСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Международной морской организацией (ИМО) с 2020 года введены новые требования по ограничению содержания серы в бункерных топливах до 0,5%. Ожидается, что с 2025 года требования к серосодержащим примесям ужесточатся до содержания серы 0,1%. Поэтому возникает новая задача по обессериванию сырья для производства бункерного топлива. [1]. Среди всех наиболее привлекает интерес метод окислительная десульфурзация (ОДС) с использованием углеродных материалов в качестве катализаторов.

Каталитическая активность углеродных материалов объясняется тем, что поверхность неоднородная, сильно развитая имеет дефекты и различные функциональные группы [2].

В работе исследовалось влияние природы катализатора и условий технологического процесса на окисление серосодержащих соединений тяжелого вакуумного газойля (ТВГ) с плотностью при 20 °С – 0,9241 г/см<sup>3</sup>, содержанием серы 1,283% масс. В качестве катализаторов использовались наноразмерные углеродные структуры, полученные при плазмохимическом пиролизе углеводородного сырья [3-4]. Процесс окислительного обессеривания проводился при температуре 60 °С в течение 1 минуты с использованием ультразвукового диспергирования. В результате окисления с последующей экстракцией содержание серы в ТВГ снизилось с 1,283 до 0,4-0,8% масс в зависимости от природы катализатора.

### *Библиографический список*

1. **Sundaramurthy Vedachalam, Ajay K. Dalai.** Hydrotreating and oxidative desulfurization of heavy fuel oil into low sulfur marine fuel over dual function NiMo/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalyst // *Catalysis Today* 2023, 407, 165–171.
2. **Roman, F.F.** Carbon-Based Materials for Oxidative Desulfurization and Denitrogenation of Fuels: A Review / Diaz de Tuesta, J.L.; Silva, A.M.T.; Faria, J.L.; Gomes, H.T. // *Catalysts* 2021, 11, 1239.
3. **Titov, E.Y.** Liquid-Phase Non-Thermal Plasma Discharge for Fuel Oil Processing / Bodrikov, I.V., Serov, A.I., Kurskii, Y.A., Titov, D.Y., Bodrikova, E.R. // *Energies* 2022, 15, 3400.
4. **Bodrikov, I.V.** Influence of low-voltage discharge energy on the morphology of carbon nanostructures in induced benzene transformation / Ivanova A.G., Vasiliev A.L., Titov E.Y., Titov D.Y., Serov A.I. // *RSC Adv.*, 2021, 11, 39428.

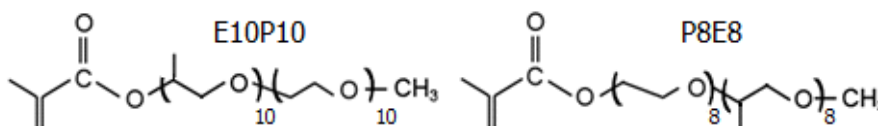
УДК 541.64

ЛАПТЕВА Е.А., КАВТРОВА В.Д., ТИМЧЕНКО Е.А., МОРНОВ А.А.

### **ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА И МЕЖФАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ СОПОЛИМЕРОВ МЕТОКСИ(ОЛИГОЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ-БЛОК-ОЛИГОПРОПИЛЕНГЛИКОЛЬ)МЕТАКРИЛАТОВ И N,N-ДИМЕТИЛАМИНОПРОПИЛМЕТАКРИЛАМИДА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Использование макромономеров в радикальной полимеризации является одним из широко распространенных способов получения гребнеобразных полимеров. Метокси(олигоэтиленгликоль-блок-олигопропиленгликоль)метакрилаты являются достаточно новыми макромономерами с выраженной амфифильностью. Строение макромономеров этого типа, отличающихся взаимным расположением в составе бокового заместителя этиленгликольных и пропиленгликольных блоков приводятся на рисунке 1.



**Рис. 1. Строение макромономеров E10P10 и P8E8.**

Амфифильные свойства (со)полимеров варьировались за счет введения в их состав различного количества звеньев гидрофильного аминсодержащего мономера N,N-диметиламинопропилметакриламида (ДМАПМА). Все изученные сополимеры были



получены контролируемой радикальной полимеризацией с обратимой передачей цепи по механизму присоединения-фрагментации в этилацетате при температуре 85 °С; агент передачи цепи 4-циано-4-(додецилсульфанилтиокарбонил)сульфанилпентановая кислота, инициатор азобисизобутиронитрил. Были получены сополимеры Р8Е8-ДМАПМА с мольным содержанием звеньев ДМАПМА от 5 до 20 %, а также (со)полимеры Е10Р10-ДМАПМА с долей ДМАПМА 0-20 %.

Для всех изученных полимеров методом турбидиметрии установлено наличие термочувствительных свойств в водных растворах по типу НКТР. Обнаружено существенное влияние доли ДМАПМА в составе сополимеров на значения температуры фазового перехода (Тфп). Причем для сополимеров Р8Е8 такое влияние является достаточно типичным – с ростом доли гидрофильного мономера ДМАПМА наблюдается увеличение Тфп во всем диапазоне рассматриваемых концентраций (0,05-1,0% мас. в воде), а сами фазовые диаграммы имеют типичный вид для акриловых полимеров. Для сополимеров на основе Е10Р10 не наблюдается однозначной зависимости значений Тфп от концентрации звеньев ДМАПМА в полимере, и в области низких концентраций (до 0,25 %) полимеры с большей долей ДМАПМА имеют меньшие значения Тфп. Таким образом, способ расположения этилен- и пропиленгликольных блоков относительно макромолекулярной цепи в сополимерах на основе Р8Е8 и Е10Р10 существенно влияет на характер зависимости растворимости полимеров от температуры.

Также изучались межфазные свойства(со)полимеров: сталагмометрическим методом определялись изотермы межфазного натяжения в системе «вода-толуол». Все изученные полимеры обладают выраженной межфазной активностью. В диапазоне концентраций 0,004-0,25 % мас. все рассматриваемые полимеры снижали межфазное натяжение для указанной системы с 32 мН/м до 3-5 мН/м. Как для сополимеров ДМАПМА с Е10Р10, так и для ДМАПМА с Р8Е8 варьирование доли амидных звеньев в пределах 0-20 % мольн. не оказывало существенного влияния на поверхностно-активные свойства, а достигаемые предельные значения межфазного натяжения оказались ниже, чем для ранее изучавшихся полимеров с аналогичным составом, полученных традиционной радикальной полимеризацией.

УДК 544.653.2

МИХЕЕВА Н.А., ИВАНЦОВА Н.А.

## **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ ВОДНОГО РАСТВОРА ТЕТРАЦИКЛИНА**

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Фармацевтические препараты в современном мире играют важную роль в жизни человека. Всё большее количество синтезируемых лекарственных препаратов появляются в терапии. В связи с этим фармацевтические вещества и их комплексообразователи в значительной степени попадают в водные экосистемы с хозяйственно-бытовыми сточными водами. Современные методы очистки не всегда справляются с полным удалением лекарственных препаратов. Поэтому изучение новых современных методов в области окисления лекарственных препаратов является важной задачей. Одной из широко изучаемой в последнее время группой методов является высокоинтенсивное окисление. В частности, анодное окисление может выступать одним из эффективных и экологически ориентированным методов деструкции фармацевтических веществ и их комплексов.

Целью данной работы было изучение эффективности применения анодного окисления (с применением платинированного электрода) для окисления раствора тетрациклина ( $C_{22}H_{24}N_2O_8$ ). Водный раствор тетрациклина марки «ЛекТ» готовили путем измельчения таблеток в агатовой ступке и полном растворении навески в HCl (0,1 М) посредством

перемешивания на магнитной мешалке. Количественное определение тетрациклина (исходная концентрация – 60 мг/л) осуществляли спектрофотометрическим методом при длине волны – 365 нм. Сущность определения ХПК (химическое потребление кислорода, мгО/л) заключалось в обработке пробы воды серной кислотой и бихроматом калия при температуре 148 °С в присутствии сульфата серебра — катализатора окисления, и сульфата ртути (II), путем измерения оптической плотности исследуемого раствора при длине волны 610 нм. Электрохимическое окисление проводили с применением лабораторного блока питания Dazheng PS-305D (0-30 В, 0-5 А), где анодное и катодное пространство было разделено мембраной МК-40. Сила тока в эксперименте составляла 1 А; время электроокисления варьировали в диапазоне от 5 до 30 мин.

В таблице представлены лабораторные исследования по электрохимическому окислению тетрациклина. Установлено, что с увеличением времени обработки происходит увеличение эффективности очистки по действующему веществу - достигает 90 %. Снижение показателя ХПК, свидетельствует о вероятной деструкции молекулы действующего вещества тетрациклина. Реакция электрохимического окисления протекает по псевдопервому порядку, константа скорости – 0,03 мин<sup>-1</sup>.

*Таблица 1*

**Экспериментальные результаты электроокисления водного раствора тетрациклина**

Время обработки, мин	Эффективность электроокисления, α, %	ХПК, мгО/л
0	0	200
5	65	153
10	72	136
15	86	70
30	90	50

За счет того, что тетрациклин предварительно растворяли в 0,1 М растворе HCl, присутствующие в объеме реактора хлорид-ионы оказывают положительное влияние на электрохимическое окисление. Синергетический эффект двух окислителей (кислород/гипохлорит) позволяет с высокой эффективностью деструктировать тетрациклин. Таким образом, в процессе анодного окисления фармацевтические вещества могут быть полностью разрушены за счет химических реакций, протекающих в анодном пространстве.

УДК 547.729

ОВЧАРОВА А.В., СУЛИМОВ А.В., СУЛИМОВА Ю.К.

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ НА ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ПРОПИЛЕНКАРБОНАТА**

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексева

Одним из наиболее распространенных циклических карбонатов, производимым в крупных масштабах, является пропиленкарбонат. Он широко используется в качестве растворителя, компонента электролитов в батареях, реагента для химического синтеза, обеспечивающего более экологичную альтернативу токсичным и/или летучим соединениям, таким как фосген, эпоксины и цианаты.

В настоящее время пропиленкарбонат в промышленных масштабах производится прямым циклокарбокислированием оксида пропилена диоксидом углерода при катализе солями щелочных металлов, аммония, фосфония, комплексами тяжелых металлов и металлорганическими соединениями. Однако данный метод, кроме традиционных

недостатков, присущих гомогенно-каталитическим процессам, характеризуется довольно жесткими условиями реализации (температура 100-300 °С и давление до 30 МПа).

Учитывая высокую перспективность пропиленкарбоната не только как растворителя, но так же и продуктов, получаемых на его основе, проблема разработки новых каталитических систем и технологических процессов для синтеза пропиленкарбоната весьма актуальна. Альтернативным направлением получения пропиленкарбоната является реакция взаимодействия пропиленгликоля и карбамида. Преимуществом данного процесса является то, что в его основе лежит доступное сырье, которое, к тому же, может быть получено на основе возобновляемых источников. В качестве катализаторов процесса использовали следующие оксиды металлов: MnO, PbO, SnO<sub>2</sub>, BeO, CaO, BaO, MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO, ZrO<sub>2</sub>, CuO, TiO<sub>2</sub>, MoO<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO<sub>2</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Было показано, что реакция образования пропиленкарбоната может протекать и в отсутствие катализатора, однако использование каталитически активных оксидов металлов позволяет увеличить выход пропиленкарбоната и снизить выход побочнообразующегося 2-гидроксипропилкарбамата.

Изучение каталитической активности оксидов металлов и их смесей в реакции циклокарбокислирования пропиленгликоля карбамидом проводили на лабораторной установке периодического действия, состоящей из стеклянного реактора с электрообогревом, обратного холодильника, системы измерения и регулирования температуры, магнитного перемешивающего устройства и системы регулирования давления.

Для оценки каталитической активности изученных оксидов металлов в рассматриваемом процессе была проведена серия экспериментов при начальном отношении пропиленгликоль:карбамид равном 3 (мол.).

Анализ продуктов реакции методом хромато-масс спектрометрии показал, что основными компонентами реакционной смеси являются 1,2-пропандиол, пропиленкарбонат и 2-гидроксипропилкарбамат.

Показано, что наибольшей активностью в рассматриваемой реакции обладают оксиды металлов, проявляющие амфотерные свойства. Установлено, что оксиды металлов, проявляющие кислотные свойства, характеризуются невысокой каталитической активностью. Так же были рассмотрены смесевые «сбалансированные» катализаторы, состоящие из смеси нескольких оксидов. Применение таких катализаторов позволяет повысить выход целевого продукта.

Косвенным подтверждением каталитической активности оксида металла в рассматриваемом процессе может являться наличие полосы 2230 см<sup>-1</sup> на ИК-спектре сплава оксида металла с карбамидом. Среди изученных каталитических систем наибольшей каталитической активностью обладает оксид цинка.

УДК 677.044.132

ОТОПКОВА К.В., ЕСИПОВИЧ А.Л., КОНДРАТЬЕВ Е.А., КУЛИКОВА А.С.,  
ЧАРЫКОВА Т.А.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПЛАСТИФИКАТОРА ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПЕЧАТИ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева  
Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского

В последние годы большую популярность приобретают различные принты на одежде не только взрослых, но и детей всех возрастов. При печати на текстильных тканях в основном используют пластизольные краски, содержащие фталатные пластификаторы (ФП). В процессе эксплуатации одежда с принтом со фталатными пластификаторами имеет ряд существенных недостатков: В первую очередь оказывает пагубное влияние на здоровье

человека, так как ФП легко вступают в контакт с кожей человека при температуре окружающей среды, тем самым вызывая нарушение эндокринной системы.

Таким образом, существует потребность в недорогой, нетоксичной, экологически безопасной альтернативе фталатным пластификаторам, которые в настоящее время входят в состав очень многих потребительских товаров. Экологической альтернативой традиционным пластификаторам выступают биопластификаторы на растительной основе, например, эпоксицированные растительные масла.

В ходе работы нами синтезированы эпоксицированные эфиры жирных кислот подсолнечного (ЭпоЭЭЖК подсолнечного масла) и рапсового масла (ЭпоЭЭЖК рапсового масла) и исследованы их свойства в качестве пластификатора.

Для получения эпоксицированных эфиров жирных кислот, мы проводили процесс переэтерификации подсолнечного и рапсового масла абсолютным этиловым спиртом (мольное соотношение этанол:масло = 9:1) в присутствии 1% масс. едкого натра при температуре 60 °С в течение 1 часа. Процесс эпоксицирование этиловых эфиров жирных кислот (ЭЭЖК) проводили при мольном соотношении ЭЭЖК:муравьиная кислота:перекись водорода = 1:1:2,5, при температуре 50°С в течение 6 часов. Физико-химические свойства полученных пластификаторов представлены в таблице 1.

**Таблица 1.**  
**Физико-химические свойства пластификаторов**

Наименование показателя	Значения				
	ДОФ		ДОТФ	ЭпоЭЭЖК подсолнечного масла	ЭпоЭЭЖК рапсового масла
	ГОСТ 8728-88	ТУ 2493-001-64112846-2010			
1. Плотность при температуре 20°С, г/см <sup>3</sup>	0,982-0,986	0,970-1,005	0,981-0,986	0,927	0,940
2. Кислотное число, мг КОН/г, не более	0,07	15,0	0,05	0,62	1,23
3. Температура вспышки, °С не ниже	205	180	210	207	210
4. Вязкость при температуре 25°С, мПа*с	-	-	64,1	11,3	13,2

УДК 628.3

ПАВЛИЩЕВА Т.А., ДСЯТОВ А.В.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Высокоминерализованные сточные воды необходимо подвергать тщательной очистке и, исходя из требований безопасности, обессоливаю. Поступление таких сложных многокомпонентных систем в окружающую среду может спровоцировать засоление почв и изменение состава вод, оказывая негативное влияние на экосистему. Поэтому одной из актуальных задач в наше время является создание и внедрение эффективной технологии

очистки минерализованных вод, позволяющую должным образом обессоливать воду и снижать антропогенную нагрузку на окружающую среду.

Мембранные методы очистки являются одними из наиболее перспективных способов очистки минерализованных сточных вод. Обратноосмотическое обессоливание позволяет получить пресную воду, соответствующую экологическим требованиям, и концентрат, из которого с помощью дополнительных операций можно получить дополнительные продукты в виде химического сырья, одним из которых является сульфат натрия.

Разработана технология, по которой исходная вода после умягчения, фильтрации на напорных фильтрах и микрофильтрации направляется на обратноосмотические мембраны. Концентрат после обессоливания воды обратным осмосом поступает на изогидрическую кристаллизацию сульфата натрия десятиводного (мирабилита) путем охлаждения до температуры близкой к 0°C. После центрифугирования пульпы маточный раствор вновь подается на вход в установку обратного осмоса, смешиваясь с исходной водой. Рабочее давление системы на уровне не более 60 бар. Количество вторичного продукта, получаемого в данном процессе очистки, достигает до 100 кг/час, в пересчете на обезвоженный сульфат натрия, из 1 м<sup>3</sup>/ч исходной сточной воды [1].

Работа с высокоминерализованными стоками даже с помощью обратного осмоса сопряжена с высокими энергетическими затратами. Энергопотребление данной установки 13,81 кВтч/м<sup>3</sup>, что существенно выше, чем, например, у процесса опреснения морской воды, энергетические затраты которого составляют не более 5 кВтч/м<sup>3</sup> [2]. Поэтому при больших расходах воды существенное значение имеет вопрос сокращения энергозатрат. Для частичной компенсации энергозатрат, связанных с технологическим процессом, предлагается использовать энергию концентрата первой ступени с высоким давлением, полученную с помощью высоконапорной турбины. Для снижения эксплуатационных затрат разработана схема накопления энергии, полученной с помощью турбины на литий-ионных аккумуляторах для питания высоконапорного насоса в периоды действия тарифа пик и вечернего полупика. Установка системы аккумуляторов повысит капитальные затраты на 15%, но при этом позволит снизить затраты на электроэнергию в размере до 1 млн. руб/год.

### *Библиографический список*

1. Почиталкина И.А. Получение сульфата натрия путём изогидрической кристаллизации при обратноосмотической очистке минерализованных сточных вод и обезвреживании растворов / И.А. Почиталкина, А.В. Десятов, Т.А. Павлищева // Теоретическая и прикладная экология. – 2021. - №4. – С. 43-49.
2. Десятов А.В. Обратноосмотическая очистка высокоминерализованных сточных вод с внутрицикловым выделением кристаллических солей / А.В. Десятов, Т.А. Павлищева, А.В. Колесников // Теоретическая и прикладная экология. – 2022. - №4. – С. 51-57.

УДК 628

ПАЗАВИН А.А., ТИТОВ Е.Ю.

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ УЗЛА К-18 СТАБИЛИЗАЦИИ ПИРОЛИЗНОГО БЕНЗИНА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Высокотемпературный пиролиз бензинов и этановой фракции приводит к получению смеси этилена, пропилена и сопутствующих газов пиролиза. Разделение этилена и пропилена от сопутствующих продуктов (водорода, метана, бутилен-бутадиеновой фракции,

пропановой фракции, углеводородов C5, пиролизного конденсата) пирогазовой смеси проводится с использованием методов низкотемпературной и высокотемпературной ректификации. Одной из ключевой задач отрасли является реализация и переработка избытка сырья для нефтехимии (СУГ, нефтя) и высокий потенциал роста спроса на нефтехимическую продукцию (полимеры, синтетические каучуки, продукция органического синтеза) при имеющемся дефиците мощностей производства мономеров – этилена и пропилена. В связи с этим нефтехимические предприятия стремятся модернизировать производство олефинов с увеличением выработки товарной продукции за счёт увеличения производительности отдельных аппаратов путём их модификации или монтажа дополнительного оборудования [1].

В настоящей работе проведён анализ работы узла стабилизации пиролизного бензина высокотемпературного газоразделения с производительностью 219 тыс.тонн/г по сырью. Рассмотрены вопросы по техническому перевооружению узла К-18 для решения задачи по сокращению объёма рециклового сдувки К-18. Обоснована целесообразность добавления двух поочередно работающих осушителей С-5/1,2 перед К-18, с полной обвязкой и автоматизацией, а также сокращение сдувок с колонны К-18 за счёт изменения изотермы пропиленового холода на конденсаторе Т-72 с +6 на -18.

Решение задачи приведет к сокращению рециклового сдувки на пирогазовый компрессор М-1 с 5 тн/ч до 1,29 тн/ч, что позволит произвести дозагрузку компрессора свежим сырьём. Монтаж двух осушителей позволит избавиться от влаги и тем самым снизит полимеризацию углеводородов в дальнейшей производственной цепочке.

---

1. Вержичинская, С.В. Химия и технология нефти и газа / С.В. Вержичинская, Н.Г. Дигуров, С.А. Синицин. — Москва : ИНФРА-М, 2007.

УДК 621.357.9+66.087.7

ПАХУНОВ М.А., ЗЕМЦОВА Е.Д., ИСАЕВ В.В.

### **ИЗВЛЕЧЕНИЕ КОБАЛЬТА ИЗ ЭЛЮАТОВ**

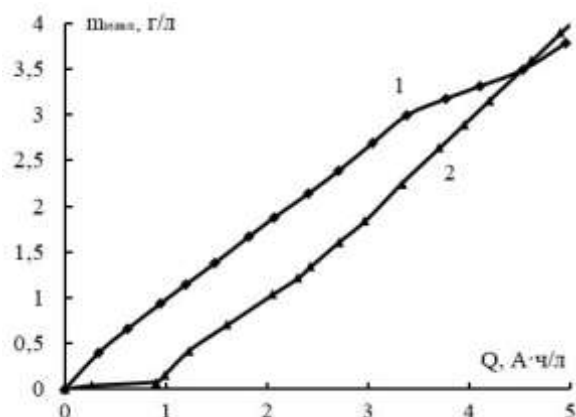
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Первую волну спроса на кобальт дало производство литий-ионных батарей для смартфонов. В 2000 году спрос на металл составлял примерно 2700 тонн в год. Уже к 2010 году спрос подскочил до 25 000 тонн. Ожидается, что промышленный спрос на кобальт превысит его производство к 2025 году, поскольку прогнозируется увеличение спроса на 9% ежегодно. Поэтому за один только 2021 год цена этого элемента выросла на 118%.

К сожалению, ресурсы на территории России не позволяют добывать кобальт отдельно. Он содержится в сложных рудах, в частности, никелевых, и добывается как побочный продукт. Поэтому проблему нехватки кобальта для производства можно решить путем его извлечения из отработанных растворов и промывных вод. В этом случае становится возможным использовать повторно извлеченный металл для производства различных сталей с улучшенными физико-механическими характеристиками, а также решается экологическая проблема, связанная с канцерогенным и мутагенным действием катионов кобальта на окружающую среду и использование в гальванических линиях непроточных систем промывки после операции химического кобальтирования, что позволит снизить водопотребление производства.

Извлечение кобальта из элюатов, состоящих из  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , в котором 18,7 г/л  $\text{Co}^{2+}$  и 45-50 г/л  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  возможно с помощью электролиза с нерастворимыми анодами (ОРТА). Этот процесс проводят на медном катоде при низких плотностях тока (до 0,1 А/дм<sup>2</sup>) и температуре 60<sup>0</sup>С в течении длительного времени (свыше 200 часов). Для интенсификации этого процесса необходимо определить материал катода, оптимизировать состав электролита и режимы работы.

В последнее время для этих целей все чаще используют объёмно-пористые электроды. Высокорастворимая реакционно-активная поверхность катодов позволяет увеличить производительность электролиза. Для сравнения в качестве катодов были выбраны медь в виде пластины и анодированный алюминий марки АМцН2, имеющий развитую поверхность за счет предварительно сформированной пористой оксидной пленки (рис.1). Оба образца имели одинаковую геометрическую поверхность



**Рис.1. Влияние материала основы на массу извлеченного кобальта**  
**1- анодированный алюминиевый сплав с пористой оксидной пленкой (t=20<sup>0</sup>С)**  
**2- медь (пластина) (t=60<sup>0</sup>С)**  
**j=0,1 А/дм<sup>2</sup>**

На катоде протекает два конкурирующих процесса- выделение водорода и осаждение кобальта. На начальном этапе (осаждение на предварительно подготовленную поверхность) масса извлеченного кобальта на анодированном алюминии примерно в 1,5 раза выше, чем на меди. Это обусловлено тем, что перенапряжение выделения водорода на оксиде алюминия выше, чем на меди. Это позволяет вести процесс уже при цеховой температуре.

По мере осаждения кобальта на оксидной пленке алюминия пористость её снижается, и начинает покрываться геометрическая поверхность образца. После полного покрытия поверхности электродов эти скорости выравниваются. Поэтому в электролит необходимо вводить вещества, способные интенсифицировать в дальнейшем процесс извлечения кобальта на кобальтированную основу и определить режим работы такого электролита.

В последнее время для интенсификации процесса используют азосоединения, которые могут образовывать с ионами кобальта комплексы и одновременно модифицировать поверхность электрода и увеличивать перенапряжение выделения водорода. Учитывая, что оксидная пленка на алюминии используется для электрофлотации азосоединений, то такой электролит может быть перспективным для дальнейших исследований.

УДК 661.482

ПИСАРЕВА А.А., ЗАЙЦЕВА А. Д.

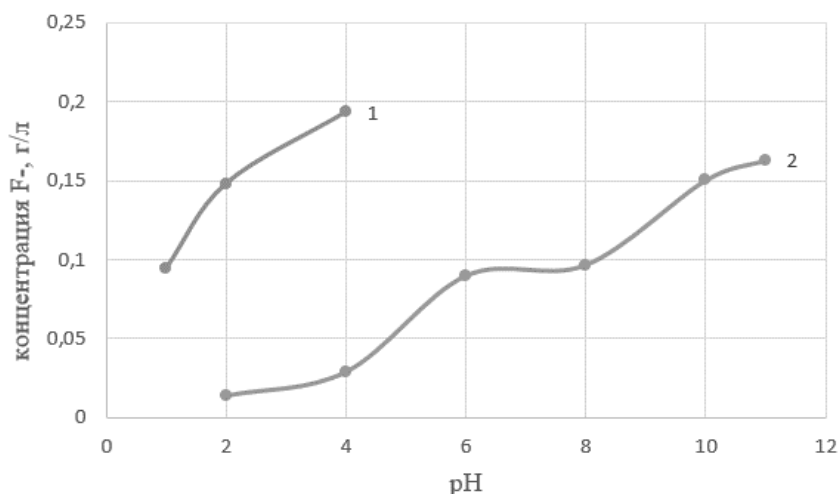
## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕЦИКЛА ФТОРИД-ИОНОВ В ПРОЦЕССЕ ПЕРЕРАБОТКИ ДИОПСИДА**

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Фториды щелочноземельных металлов находят все большее применение в разных отраслях науки и техники. Развитие промышленности влечет за собой интерес к использованию фторидов в качестве катализатора, обусловленный их физико-химическими и механическими свойствами: хорошей термической стабильностью, относительно высокой

твердостью, термохимической устойчивостью. Одним из перспективных направлений использования фторидов ЩЗМ является производство соединений Sc из крупнотоннажного магнийсодержащего сырья – диоксида [1]. Диоксид содержит в себе такие ценные металлы как железо, магний, скандий, алюминий, титан и кальций. При вскрытии диоксида минерал обрабатывают 40-50% раствором серной кислоты при температуре 70-80 °С, а для повышения скорости данного процесса в систему вводят до 20 г/л фторида натрия.

С целью минимизации негативного влияния фторидов и повышения экономической целесообразности процесса переработки диоксида была исследована возможность возврата фторид-иона в технологический цикл посредством соосаждения фторидов и гидроксидов металлов из сернокислых растворов. Осаждение проводили 1 %-ным раствором гидроксида натрия. Исходное содержание: 1,58 г/л F<sup>-</sup>, 1,5 г/л и 1 г/л ионов титана и магния соответственно. Данные об остаточных концентрациях ионов фтора приведены на рис.1.



**Рис.1. Остаточная концентрация**

**фторидов при осаждении сульфатов металлов  
1- TiOSO<sub>4</sub>, 2 - MgSO<sub>4</sub>**

Как видно из рис. 1, при полном осаждении TiOSO<sub>4</sub> и MgSO<sub>4</sub> большая часть фторидов переходит в малорастворимое соединение и может быть возвращена в процесс переработки диоксида. Дальнейшие исследования будут направлены на разделение осадочной смеси для возвращения фторидов на стадию вскрытия диоксида.

**Кузин Е. Н.** и др. Оценка возможности использования твердых экстрагентов на основе Д2ЭГФК/ТБФ в процессах извлечения скандия из сернокислотных растворов переработки диоксида //Вестник Технологического университета. – 2020. – Т. 23. – №. 1. – С. 64-67.

УДК 544

**ПРОХОРОВ И.О., МОЧАЛОВ Л.А., КУДРЯШОВ М.А., ВШИВЦЕВ М.А., КНЯЗЕВ А.В.**

### **ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ СИСТЕМ GaO-GaN**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,  
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

В настоящее время разработка фундаментальных научных и технологических основ получения современных полупроводниковых материалов для электронного носителя является одной из наиболее востребованных и перспективных задач [1-3]. В данной работе разработан



принципиально новый метод плазмохимического осаждения из газовой фазы (PECVD) [2, 3] для синтеза тонких пленок систем GaO-GaN из элементарного высокочистого Ga (6N) в сложных газовых плазмообразующих смесях типа (аргон-кислород-азот) избегая, тем самым, сложных металлорганических реакций, обычно используемых в традиционных CVD-процессах, для достижения наилучшей чистоты материала. Предлагаемый технологический подход является экономически эффективным и масштабируемым. СЭМ изображение полученного образца представлено на рисунке 1.

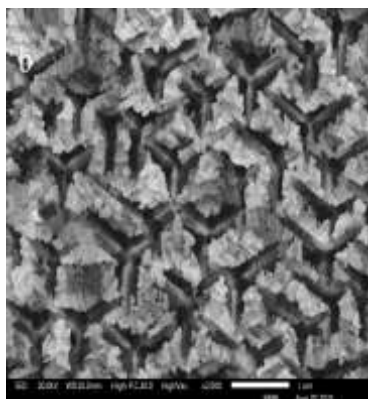


Рис. 1. СЭМ изображение поверхности GaO-GaN

Металлический Ga загружали в трубчатую печь, оснащенную внешними нагревательными элементами и термопарами для контроля температуры. В качестве плазмообразующих газов использовали аргон, азот и кислород высокой чистоты. Система подачи позволяла с высокой точностью регулировать состав газовой смеси. Полученный материал был охарактеризован различными аналитическими методами, подтверждающими его качество с точки зрения чистоты и структурной однородности.

Данная работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, грант № 22-13-00053 «Разработка научных основ технологии получения хеморезистивных материалов для электронного носителя на основе сложных наноструктурированных оксидных матриц»

#### ***Библиографический список***

- [1] Subrina Rafique, et al., // *Phys. Status Solidi A* 2016. V. 213. No. 4. P. 1002.
- [2] L.A. Mochalov *et al.*, // *J. of Physics D Applied Physics*, 2018. V. 52(1). P. 015203.
- [3] L.A. Mochalov *et al.*, // *Materials Research Express*, 2019. V. 6. P. 056407.

УДК: 691.175.664 + 691.175.2

РЯБОВА Д.И., ВЛАСОВ Р.Р., ПОЛОНСКИЙ В.А., РЯБОВ С.А.

### **МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИИЗОЦИАНУРАТНЫХ ПЕНОПЛАСТОВ МАЛЫМИ КОЛИЧЕСТВАМИ КМУНТ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ**

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Пеноматериалы — это широкий класс материалов, которые характеризуются ячеистой структурой. Преимуществом полимерных пен является возможность получения большого количества продуктов с заданным набором свойств при изменении параметров структуры и морфологии частиц на основе одного исходного материала.

Полиуретановые пены состоят как минимум из двух фаз: твёрдого полимерного каркаса и газонаполненных ячеек, образующихся в результате взаимодействия изоцианата с водой [ 1].

В то же время возрастающий с каждым годом спрос на пены в качестве строительных, изоляционных и защитных материалов требует поиска эффективных решений для улучшения функциональных свойств полимеров.

Как известно, одной из важнейших характеристик пенопластов является достаточная огнестойкость, которой ПУР пены не обладают. Из всех способов улучшения термостойкости полиуретановых пенопластов можно выделить использование так называемых «полиизоциануратных» материалов, состоящих из цепочек полиизоцианурата и полиуретана.

Большей эффективности в отношении улучшения эксплуатационных характеристик жёстких пенопластов можно достичь при создании полимерных композиционных материалов с функционализированными углеродными нанотрубками в качестве наполнителя.

Таким образом, целью исследования являлось исследование функциональных свойств ПИР пенопластов, модифицированных небольшим количеством карбоксилированных многослойных углеродных нанотрубок.

В полученных композиционных пенопластах наблюдались значительные изменения морфологии структуры, т.е. происходило её упорядочивание, что способствовало уменьшению среднего размера ячеек. Как следствие, улучшались физико - механические характеристики образцов и существенно повышалась их стойкость к сжатиям.

Оценка горючести полученных пенопластов показала более высокую стойкость к возгораниям в присутствии открытого огня и быстрое прекращение горения при его отсутствии.

Результаты проведённых исследований показали значительное улучшение эксплуатационных свойств композиционных полиизоциануратных пен, их безопасности и высокой стойкости к воспламенению при использовании в различных отраслях промышленности.

### ***Библиографический список***

1. D. Klempner and K. C. Frisch, Handbook of Polymeric Foams and Foam Technology. New York : Hanser, 1991.
2. M. Modesti, V. Adriani, and F. Simioni, Polym. Eng. Sci. – 2000. – V. 40, Issue. . – P. 2046-2057.
3. Frisch, K.C., et al. // Journal of Cellular Plastics. – 1970. – V. 6. Issue 5. – P. 203-214.

УДК 541.6 : 547-32

САВИНОВА М.В., АРИФУЛЛИН И.Р.

### **ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СУЛЬФОСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ ОЛИГО(ЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ)МЕТАКРИЛАТОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последние годы интенсивно исследуются водорастворимые термочувствительные (со)полимеры на основе различных олиго(этиленгликоль)метакрилатов –  $C_nE_mM$ , где  $n$  – число атомов углерода алкильного радикала спиртовой части молекулы,  $m$  – среднее число олигоэтиленгликолевых звеньев [1]. Введение в состав указанных (со)полимеров сульфокислотных групп может придать молекулярным щеткам дополнительные интересные свойства, например, рН-чувствительные [2].

В данной работе были синтезированы сополимеры  $C_1E_{11}M$  и  $C_{12-14}E_7M$ , содержащие звенья сульфокислотного мономера – 2-(акриламидо)додекансульфоукислоты ( $AAC_{12}CK$ ) – и оценено влияние введение звеньев  $AAC_{12}CK$  на термочувствительные свойства полученных полимеров. Состав сополимеров приведен в таблице 1.

**Таблица 1**  
**Характеристики и свойства синтезированных полимеров**

№	Содержание звеньев, мол. %			$M_n$	ТФП ( $H_2O$ ), °C	ТФП (0,1 М NaCl), °C
	$C_1E_{11}M$	$C_{12-14}E_7M$	$AAC_{12}CK$			
1	30	70	0	28000	36,9	32,6
2	28	67	5	33000	>90	34,5
3	27	63	10	29000	>90	35,9

Для характеристики термочувствительных свойств полимеров была определена температура фазового перехода (ТФП) в 1%-ных водных растворах, которая для сополимера №1 составила 36,9 °C. Однако введение 5-10 мол. % звеньев сульфогрупп привело к потере термочувствительных свойств полимеров в водных растворах вплоть до 90 °C. При этом в водно-солевых растворах (0,1 М NaCl) сульфосодержащих полимеров были найдены резкие термочувствительные переходы при температурах выше, чем у полимера №1, не имеющего кислотных групп (табл. 1). Найденные значения ТФП для сополимеров в водно-солевых растворах хорошо коррелируются с долей звеньев сульфокислоты – с увеличением содержания количества  $AAC_{12}CK$  критическая температура растворения закономерно повышается, что свидетельствует о влиянии сульфогрупп на гидрофильно-гидрофобный баланс синтезированных сополимеров и смещение его в сторону гидрофильности.

*Исследования проведены в рамках стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам, осуществляющим перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики (СП-954.2021.4).*

#### **Библиографический список**

1. **Badi, N.** Non-linear PEG-based thermoresponsive polymer systems / N. Badi // Prog. Polym. Sci. – 2017. – Vol. 66. – P. 54-79.
2. **Goh, E.** Cross-Linked Poly(methacrylic acid-co-poly(ethylene oxide) methyl ether methacrylate) Microspheres and Microgels Prepared by Precipitation Polymerization: A Morphology Study / E. Goh, H. Stöver // Macromolecules. – 2002. – Vol. 35, N 27. – P. 9983-9989.

УДК 628.31

САРАНЦЕВА А.А.

### **ИЗУЧЕНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ФЕРРАТА НАТРИЯ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КРАСИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева

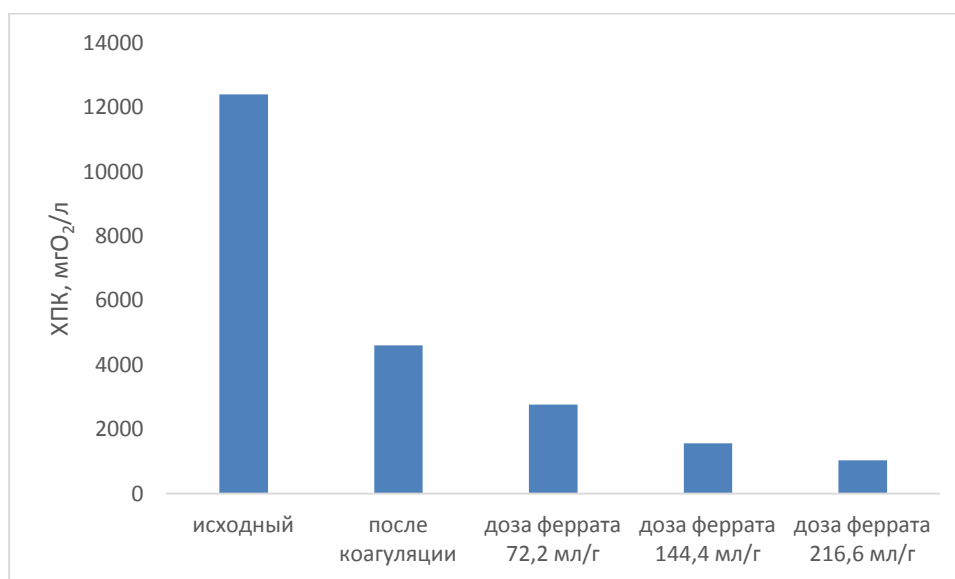
За активным ростом промышленности следует увеличение антропогенного воздействия на окружающую среду. Наряду с увеличением негативного влияния на гидросферу растет спрос на чистую воду. Отсюда следует необходимость поиска новых технологий, способных обеспечить недорогую и эффективную очистку сточных вод от органических загрязнителей.

Наибольшее распространение ввиду высокой эффективности и простой аппаратурной схемы получил реагентный метод очистки сточных вод. Данный процесс подразумевает обработку сточных вод химическим реагентом, который способен связывать или окислять различные формы загрязняющих веществ. Одним из наиболее перспективных реагентов-

окислителей на данный момент является феррат натрия, так как феррат-анион обладает высоким окислительно-восстановительным потенциалом (2,2В), а продукты разложения феррата натрия в воде не являются токсичными [1].

Целью данного исследования являлась оценка эффективности использования феррата натрия в качестве реагента-окислителя для реализации окислительной деструкции органических веществ, содержащихся в сточных водах красильного производства.

Окисление органических соединений проводили ферратом натрия полученным электрохимическим растворением железного электрода в растворе гидроксида натрия. К предварительно скоагулированной и отфильтрованной пробе сточной воды объемом 50 мл, добавляли дозу реагента-окислителя, эквивалентно равные 72,2; 144,4 и 216,6 мг/л феррат-аниона. После 30 минут контакта и фильтрации образовавшегося осадка спектофотометрическим методом проводили определение ХПК. Результаты эксперимента представлены диаграмме рис. 1.



**Рис. 1. Показатель ХПК в процессе очистки сточных вод красильного производства**

Согласно данной диаграмме видно, что значение ХПК снижается при увеличении добавляемой дозы реагента-окислителя. Это говорит о перспективности использования феррата натрия в процессах очистки сточных вод от органических загрязнений.

---

Jiang J.Q. Research progress in the use of ferrate(VI) for the environmental remediation // J Hazard Mater. – 2007. – V.146, No.3. – p. 617-623.

УДК 621.375.966.087.7

СВИРИДОВА У.В., РОГОЖИН В.В., ЩЕПЕТИЛЬНИКОВ С.С.

### **ВЫБОР СОСТАВА ЭЛЕКТРОЛИТА ДЛЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО БЛЕСТЯЩЕГО НИКЕЛИРОВАНИЯ КОНТАКТНЫХ ПЛОЩАДОК РЕЗИСТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Высокочастотный неизолированный резистивный элемент с металлопленочным проводящим слоем предназначен для работы в качестве поглотительного безреактивного элемента высокочастотных устройств. При монтаже резисторов в аппаратуру используют

крепление за контактные поверхности, обычно покрытые слоем никеля, с использованием механических зажимов, также контактные поверхности резисторов допускают одноразовое соединение пайкой.

Назначение никелевого покрытия – создание твердого, износостойкого электрического контакта, так как электропроводность никеля выше, чем у графита, а также обеспечение пайки. Блеск покрытия имеет лишь декоративную функцию, также может способствовать микровыравниванию поверхности. Основной задачей исследования являлся подбор состава электролита, который позволит получить никелевое покрытие с хорошей адгезией к графитовой основе, с сильным блеском, достаточно износостойкое и равномерное по толщине. Для этого необходимо подобрать электролиты с высокой рассеивающей способностью, определить режимы их работы и исследовать покрытия на внешний вид, адгезию и внутренние напряжения.

Целесообразно использовать гальванический метод нанесения никелевого покрытия, так как можно проводить контроль толщины покрытия, проводить автоматизацию процесса, наносить покрытие на отдельные участки изделия с достаточно высокой скоростью и блеском осаждаемого покрытия. Однако резистор имеет цилиндрическую форму, что требует использования электролитов с высокой рассеивающей способностью и искусственных методов повышения равномерности толщины покрытия, так как её разброс по всей поверхности изделия может быть большим из-за низкой РС электролитов никелирования. По этой причине нами предложена цилиндрическая форма анода (круговой анод), соответствующая по форме катоду (резистор), что снижает первичное распределение металла.

Для осаждения покрытия были использованы простые сернокислые и комплексные цитратные электролиты никелирования. Данные электролиты были исследованы на РС и внешний вид, адгезию и внутренние напряжения, результаты занесены в табл. 1.

Было определено, что на наружную поверхность цилиндра следует наносить покрытие с низкими внутренними напряжениями, особенно, имеющими отрицательное значение, так называемые напряжения сжатия. Это позволяет добиться хорошего сцепления покрытия с основой, т.е. хорошей адгезии. Но на значение внутренних напряжений могут повлиять такие технологические факторы как pH электролита. При  $pH > 4$ , наблюдается резкий рост внутренних напряжений, что возможно связано с включением в покрытие, образующихся солей и гидроксидов никеля (стандартный сернокислый электролит). При  $pH < 4$ , наблюдается интенсивное выделение водорода, что снижает значение катодного выхода по току для никеля.

**Таблица 1.**

**Сравнение электролитов никелирования по технологическим характеристикам и качеству полученного покрытия**

Состав электролита	Сернокислый электролит никелирования с добавками Likonda	Цитратный электролит никелирования с добавками ЦКН-14 и ДМАБ			Стандартный сернокислый электролит никелирования (по ГОСТ)
	pH = 1,3 $t_{эл} = 50-60$ °C	pH = 7,2 $t_{эл} = 45-50$ °C			pH = 4,5-5 $t_{эл} = 45-50$ °C
Катодная плотность тока, А/дм <sup>2</sup>	3	0,5	1	1,5	3

Рассеивающая способность, %	13,3	71	48,76	36,37	23,2
Выход по току, %	83,4	95	86,3	76,7	93,3
Внутренние напряжения, МПа	0	+ 90		- 69,23	
Внешний вид покрытия	Сильный блеск, отсутствие непрокрытых участков, хорошая адгезия	Достаточно хороший блеск, отсутствие непрокрытых участков, достаточно хорошая адгезия		Достаточно хороший блеск, отсутствие непрокрытых участков, хорошая адгезия	

Из полученных экспериментальных данных (табл.1) видно, что электролит с добавкой 1,4 – бутиндиола и сахарина может быть достойной заменой электролиту с зарубежными добавками серии «Ликонда», который позволяет получать покрытия с хорошей адгезией, качеством и внутренними напряжениями сжатия. Комплексный цитратный электролит работоспособен в широком интервале плотностей тока, имеет более высокие значения РС, но без добавки смачивателя ЦКН-14 возможно наводороживание, покрытие может отслаиваться, в том числе за счет внутренних напряжений растяжения. В нашем случае этого не наблюдалось. Введение в электролит добавки ДМАБ позволяет получить сплав Ni-B, который обеспечивает лучшую паяемость, что важно для контактных площадок резистора в случае их пайки.

Таким образом, осаждать никелевое покрытие на контактных площадках резистивных элементов можно как из стандартного сернокислого электролита, так и из комплексного цитратного, главное, соблюдать оптимальные режимы процесса и создавать условия для равномерного распределения толщины покрытия по покрываемой поверхности.

УДК 661.183.2:678.664

СЕРГЕЕВ С.Р., НИСТРАТОВ А.В.

## **ГИДРОФОБНЫЙ МИНЕРАЛЬНО-УГЛЕРОДНЫЙ АДСОРБЕНТ НА ОСНОВЕ СИЛИКАГЕЛЯ МАРКИ КСМ**

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Основное применение силикагелей – осушка воздуха (в осушителях сжатого воздуха) и различных промышленных газов – углекислого газа, водорода, кислорода, азота, хлора [1]. При этом в динамических условиях используют мелкопористый силикагель, обеспечивающий осушку воздуха до температуры точки росы -70-60 °С. Преимущества использования силикагеля заключаются в том, что температура его регенерации составляет 150-200 °С, тогда как таковая цеолита 400-500 °С, активной окиси алюминия – 300-350 °С.

Главным недостатком силикагелей является низкая водостойкость, приводящая к разрушению при контакте с водой (сокращению срока службы этих поглотителей). Эта особенность наиболее характерна для мелкопористых силикагелей. Выраженная гидрофильность несмотря на высокие адсорбционные свойства делает их неприменимыми для эффективной очистки влажных газов от органических соединений.

Целью данного исследования является термическая обработка силикагеля марки КСМ богатым углеродом соединением для придания ему гидрофобных свойств методом газофазного химического осаждения [2]. В качестве источника углерода выбран резиновый отход (РО) в виде гидравлических шлангов одного из предприятий-переработчиков в Московской области. Он содержит большое количество углерода, не перерабатывается механическим путём, а предлагаемый способ обеспечивает возможность его утилизации.

Процесс получения адсорбента представляет собой спекание в закрытом тигле силикагеля и измельчённого отхода в различных массовых соотношениях. Температурный режим печи установлен по предварительным опытам: скорость нагрева 10 °С/мин, выдержка при 500 °С в течение 30 минут. Пористая структура продукта оценена эксикаторным методом по показателям объёмов сорбирующих пор и суммарного объёма пор (табл. 1).

**Таблица 1**  
**Характеристика пор минерально-углеродных адсорбентов**

Отношение КСМ : РО	Доля РО в смеси, %	Объёмы сорбирующих пор, см <sup>3</sup> /г			Суммарный объём пор $V_{\Sigma}$ , см <sup>3</sup> /г
		$V_{S_{H_2O}}$	$V_{S_{C_6H_6}}$	$V_{S_{SiCl_4}}$	
1:0	0	0,304	0,339	0,228	-
1:0,1	9,1	0,399	0,292	0,324	0,279
<b>1:0,25</b>	<b>20,0</b>	<b>0,310</b>	<b>0,334</b>	<b>0,279</b>	<b>0,286</b>
1:0,5	33,3	0,303	0,290	0,275	0,262
1:1	50,0	0,386	0,307	0,303	0,288
1:2	66,7	0,374	0,305	0,298	0,264

Наиболее эффективным с точки зрения гидрофобизации (как по максимальному показателю  $V_{S_{C_6H_6}}$ , так и по отношению  $V_{S_{C_6H_6}} / V_{S_{H_2O}}$ ) оказалась композиция КСМ : РО = 1:0,25.

Потенциальной областью применения полученного адсорбента является очистка отходящих влажных газов от паров органических растворителей. Так, предварительные испытания показывают, что наилучший образец имеет ёмкость по бензолу 0,15 г/г при поглощении его насыщенного пара из воздушного потока при 20 °С потока, при этом поглощение водяного пара сведено к минимуму.

#### **Библиографический список**

1. Алехина М.Б. Промышленные адсорбенты: учеб.пособие. М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. 116 с.
2. Нистратов А.В., Скарюкин А.С., Клушин В.Н. Получение и исследование пористой структуры минерально-углеродных адсорбентов на основе силикагеля и полимерных отходов. Сорбционные и хроматографические процессы. 2019. Т. 19. № 2. С. 916-924.

УДК 66.088

СЕРОВ А.И., ТИТОВ Е.Ю., БОДРИКОВ И.В.

### **ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ ПИРОЛИЗ ТЕТРАХЛОРЭТАНА В ЖИДКОЙ ФАЗЕ: ВЛИЯНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ И ДОБАВКИ ИЗООКТАНА НА СОСТАВ ПРОДУКТОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Термическое дегидрохлорирование тетрахлорэтана требует жестких условий и связано с образованием большого объема побочных продуктов и высокими требованиями к

оборудованию. Дегидрохлорирование тетрахлорэтана до трихлорэтилена проводят при температуре 480–500 °С и давлении 0,5–1 МПа [1]. Плазмохимические методы принципиально отличаются от термических условиями протекания процессов, составом получаемых продуктов и аппаратным оформлением. Одним из перспективных низкотемпературных методов дегидрохлорирования является воздействие на хлорорганические соединения нетермической плазмой, генерируемой низковольтными импульсными разрядами в жидкой фазе [2]. Процесс плазмохимического дегидрохлорирования тетрахлорэтана проводится в тefлоновом реакторе [3] с графитовыми электродами при температуре 30–50 °С.

Основными продуктами трансформации тетрахлорэтана являются: три- и тетрахлорэтилен, твердофазные продукты поликонденсации (аморфные углеродные наноструктуры) и хлороводород. Увеличение напряжения с 100 до 300 В приводит к росту конверсии тетрахлорэтана с 21,6 до 71,7 %масс, увеличению выхода твердофазных продуктов с 3,0 до 4,4 %масс и снижению выхода трихлорэтилена с 34,2 до 13,2 %масс и тетрахлорэтилена с 7,2 до 2,9 %масс.

В настоящей работе приводятся результаты влияния напряжения и добавления 10% изооктана (источник водорода) на конверсию и состав продуктов плазмохимического пиролиза 1,1,2,2-тетрахлорэтана под действием нетермической плазмы. В этих условиях основными продуктами пиролиза являются: водород, ацетилен, хлороводород и твердофазные продукты. В процессе плазмохимического пиролиза смеси тетрахлорэтана с изооктаном увеличение напряжения с 100 до 300 В приводит к росту конверсии с 6,3 до 18,8 %масс, увеличению выхода как твердофазных продуктов с 4,5 до 17,9 %масс, так и газообразных продуктов с 43,6 до 76,4 %масс.

#### ***Библиографический список***

1. Treger Y.A., Flid M.R. Catalysis in organochlorine synthesis // Catalysis in Industry. 2011. V. 3. № 3. P. 271.
2. Bodrikov, I.V., Titov, E.Y., Vasiliev, A., Titov, D., Ivanova, A., Subbotin, A., Nonthermal plasma in the induction of polycondensation processes and intermolecular dehydrochlorination of chloroethanes in the liquid phase // Plasma Process Polym. 2022. V. 19. № 8. P. 37.
3. Titov E.Y., Titov D.Y., Bodrikov I.V., Kut'in A.M., Kurskii Y.A., Gazizzulin R.R. A Device for Generation of Low-Voltage Discharges in Liquid Dielectric Media // High Energy Chem. 2018. № 52, P. 512-513.

УДК 547.321

СТРАХОВА В.И., САК Ю.В., ПОЛОМОДОВ С.И., ШИРШИН К.К.

#### **ПОЛИМЕРНЫЕ АМИНОСОДЕРЖАЩИЕ ПРИСАДКИ ДЛЯ МАСЕЛ И ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ**

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева, г.  
Дзержинск.

Проблема улучшения низкотемпературных свойств горюче-смазочных материалов особенно важна и актуальна для России, в которой холодная климатическая зона занимает около 80% территории. В качестве первоначальной основы для модельных смесей было выбрано масло марки И-20А. Марка И-20А относится к маслам общего назначения, и является наиболее часто используемым среди масел такого типа. Такая популярность



обусловлена двумя основными факторами: широкий спектр применения и невысокая цена. Тем не менее, изначальные природные качества И-20А довольно высоки, что позволяет задействовать его в механизмах, которые работают в среднем диапазоне нагруженности в щадящих условиях для применения в областях, где не требуются какие-то уникальные характеристики, и в уличной технике, но только при температуре не ниже  $-15^{\circ}\text{C}$ .

Для исследования депрессорных свойств были взяты антигели ведущих брендов - Liquimoly, Hi-Gear (Антигель — общепринятое название депрессорных присадок для дизельного топлива, применяющиеся для улучшения их низкотемпературных характеристик). Для сравнения эффективности были синтезированы различные полимерные присадки: поли-алкилакрилатная (C12—C18), ДОП-2, полимерная аминоксодержащая и полимерная, содержащая в составе звенья оксиэтилированного спирта (АЛМ-10). Полимерная аминоксодержащая присадка была получена методом модификации полиметил(мет)акрилатов (ПМА и ПММА, соответственно) диметиламинопропиламином (ДМАПА) в различных растворителях.

Из полученных экспериментальных данных можно отметить, что использование ПМА показывает куда более значительную степень функционализации полимера нежели у метакрилового аналога. Наиболее вероятной причиной этого явления, как и в случае с амидной присадкой, являются стерические факторы и сольватация полимеров.

В ходе исследований был выделен полимер со степенью функционализации 66%. Данная присадка представляет собой липкую, очень вязкую, прозрачную жидкость. Данное соединение предлагается применять в качестве депрессорной и диспергирующей присадки.

Предложенные товарные присадки хорошо работают в минеральном дизельном топливе, однако применение их для биодизеля показало очень незначительное изменение температуры замерзания. Это говорит о том, что имеющиеся в свободной продаже антигели брендов Liquimoly и Hi-Gear не подходят для биодизеля, и, как следствие, появляется проблема острой необходимости поиска подходящих депрессорных присадок для данного типа топлива. Проведены эксперименты по оценке влияния данной добавки на срок хранения и сохранения заявленных характеристик нескольких марок биодизеля.

Объяснение принципа работы аминоксодержащей присадки было найдено при анализе модельных смесей «биодизель – присадка» методом потенциометрии. Так, исходный биодизель имел несколько кислую среду из за содержащихся в нём продуктов распада, образовавшихся при хранении, но при введении данной присадки среда стала близкой к нейтральной. Это обусловлено тем, что жирные кислоты входят во взаимодействие с имеющейся у полимера третичной аминогруппой. Эти данные говорят о том, что эта присадка способна немного продлить срок хранения биодизеля, а также предотвратить образование коррозии на рабочих поверхностях топливной системы.

УДК 669.248

ТАРАНЕЦ Р.В., РОГОЖИН В.В., КИШИКОВА Д.Д.

## **МОДИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ ИММЕРСИОННОГО ЗОЛОТА ПОД ПАЙКУ ЗАМЕНОЙ ПОДСЛОЯ Ni-P НА Ni-B-P**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Процесс нанесения иммерсионного золота с никелевым подслоем, осажденным химическим способом (ENIG), применяемый в производстве печатных плат (ПП) известен наличием дефектов типа «черная контактная площадка». Данный дефект заметно проявляется при нанесении сплава Ni-P при содержании фосфора в нем ниже  $7\%_{\text{масс}}$ , когда структура сплава кристаллическая, обладающая большими межкристаллитными прослойками, что приводит к неравномерному растворению никеля при нанесении

иммерсионного золота. К тому же Ni-P покрытие обладает заметной слоистой структурой, связанной с изменением pH раствора химического никелирования во время работы. Заметным технологическим затруднением является и то, что процесс инициирования химической металлизации на медной основе (дорожках ПП) в широко применяемых в промышленности гипофосфитных растворах возможен лишь с использованием дорогостоящих солей палладия, что сопряжено с большим количеством издержек для предприятия.

Обеспечить аморфную структуру покрытия и исключить дорогостоящую операцию палладиевой активации можно при химическом нанесении сплава Ni-B в качестве подслоя, используя восстановитель диметиламин-боран (ДМАБ), который, к тому же, производят на отечественном предприятии. Для повышения содержания бора (выше 4,3%<sub>масс</sub>), что обеспечит аморфную структуру покрытия, и снижения индукционного периода металлизации медной основы нами разработан глицинатный раствор, стабильно работающий в интервале pH = 8÷9.

Несмотря на возможность прямого химического никелирования каталитически неактивных основ (в нашем случае меди) в растворах с ДМАБ, возникают проблемы, связанные с высокими внутренними напряжениями, которые достигают 600 МПа. Это негативно сказывается как на адгезии покрытия к медной основе, так и на его структуре, когда возникает сетка микротрещин, что приводит к потере такого важного свойства никелевого слоя как противодиффузионный барьер. В результате требуется создание технологии для получения ненапряженных аморфных покрытий, одним из таких является трехкомпонентный сплав Ni-B-P. Фосфор, включаясь в покрытие, дает напряжение «сжатия», что компенсирует напряжение «растяжения», свойственное для покрытий Ni-B. В этом случае внутренние напряжения в покрытии заметно снижаются вплоть до смены их знака.

Включение фосфора обеспечивается за счет введения в состав базового глицинатного раствора второго восстановителя – гипофосфита натрия (ГФ). Однако, ввиду кардинального отличия механизмов окисления ГФ и ДМАБ, это приводит к увеличению индукционного периода начала процесса металлизации. Для решения данной проблемы и для обеспечения достаточного включения фосфора (заметное окисление ГФ начинается с 80°C) необходимо поддерживать температуру в районе 90°C. Предложенный раствор даже в отсутствии стабилизатора достаточное время остается работоспособным и стабильным в данных условиях, но необходимо обеспечить равномерный нагрев рабочего объема.

В результате разработанная технология позволяет получать на традиционно каталитически неактивных основах аморфное покрытие Ni-B-P со скоростью 8 мкм/ч (средняя за 60 мин), обладающее низкими значениями внутренних напряжений, хорошей адгезией, хорошей паяемостью, требуемой для иммерсионного золочения коррозионной активностью и без «черных контактных площадок».

УДК 66074.33

ТУТАНИНА Е.М., БУХАРОВ Д.М., СТЕПЫКИН А.В., БАБАНОВ К.Д.,  
СИДЯГИН А.А.

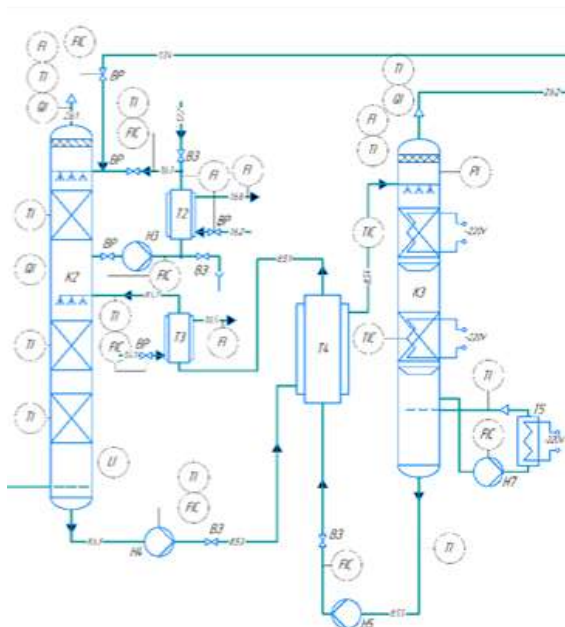
## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕКУПЕРАТИВНОЙ АБСОРБЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МАССОПЕРЕНОСА В РЕГУЛЯРНЫХ КОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВАХ**

ДПИ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, Дзержинск

Экологические проблемы актуальны для всей европейской части России. Одной из самых острых проблем является борьба с газовыми выбросами промышленных предприятий. Одним из самых распространенных загрязнителей является – CO<sub>2</sub>.

Для отработки схемы поглощения и изучения работы типовых контактных устройств на кафедре ТОТС ДПИ НГТУ им. Р.Е. Алексеева проходит проектирование специальной установки. Часть схемы установки для улавливания углекислоты представлен на рис. 1.

Центральными аппаратами в схеме являются абсорбер К2, в котором происходит поглощение углекислого газа абсорбентом (моноэтаноламин или поташ) и десорбер К3, в котором абсорбент регенерируется. Очищенный газ отводится сверху колонны, а насыщенный  $\text{CO}_2$  абсорбент отводится из его кубовой части и направляется в колонну десорбции К3. На установке планируется изучать насадки собственной разработки НГТУ.



**Рис. 1. Фрагмент схемы установки рекуперации  $\text{CO}_2$ : К2 – абсорбер; К3 – десорбер; Т2, Т3 – холодильник Н1, Н2, Н3, Н4, Н5, Н6, Н7 – насосы**

1. Семенова Т.А «Очистка технологических газов» Семенова Т.А., Лейтеса И.Л. изд. 2-е, пер. и доп. М., «Химия», 1977

УДК 66.088

УДАЛОВ А. А., ТИТОВ Е. Ю.

## **СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ПРИ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОМ ПИРОЛИЗЕ БЕНЗОЛА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ В ЖИДКОЙ ФАЗЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Среди большого количества методов синтеза наноразмерных материалов методы генерации плазмы в жидкости являются относительно новыми. В зависимости от метода генерирования плазмы в жидкости получают различные типы структур: углеродные нанотрубки, многослойные и однослойные графены, фуллерены, углеродные луковички, углеродные нанороги и другие наноструктуры. Спрос на данные материалы в химической промышленности растет в виду их большой удельной поверхности, что позволяет использовать их в качестве адсорбентов, катализаторов, специальных добавок в полимерные материалы и для других применений.

Бензол является одним из лучших прекурсоров углеродных наноструктур, поскольку органические ароматические и полиароматические молекулы хорошо карбонизируются [1]. Параметры проведения процесса плазмохимического пиролиза сильно влияют на размер, структуру, чистоту углеродных структур [2].

В настоящей работе приведены результаты плазмохимического пиролиза бензола и его производных (толуол, *m*, *o*, *p* - ксилол) при напряжении на источнике постоянного тока 300 В и времени процесса 60 минут. Процесс плазмохимического пиролиза проводился в реакторе из тефлона с графитовыми электродами [1]. Конверсия ароматических субстратов 20-32%масс. Выход газообразных продуктов 72-91%масс. Основные продукты в газовой фазе: водород (47-75%мол.), ацетилен (23-50%мол.), метан (1-5%мол.) и этилен(0,8-1%мол.). Количество и расположение метильных заместителей в бензольном кольце влияет на выход углеродных наноструктур. Так наибольший выход твердой фазы составляет 27% для *m*-ксилола, в тоже время для бензола 9%, *o*,*p*-ксилола и толуола порядка 20%масс.

### *Библиографический список*

1. **Bodrikov I.V.** Influence of low-voltage discharge energy on the morphology of carbon nanostructures in induced benzene transformation/ A. G. Ivanova, A. L.Vasiliev,bcd E. Y. Titov, D. Y. Titova and A. I. Serov. // RSC Advances. 2021. № 11, 39428–39437
2. **García-Hernández, D. A.** Raman, FT-IR spectroscopy and morphology of carbon dust from carbon arc in liquid benzene/ Manchado, A., Gemmi, M., Mugnaioli, E., Fabbri, F., Pascale, S., Cataldo, F.// Fullerenes, Nanot. Carbon Nanostruct. 2018. 26: 654-660

УДК 66.008

ХВАЛИН А.М., ТИТОВ Е.Ю.

## **ЗАМЕНА КАТАЛИЗАТОРА И РАЗРАБОТКА ГИДРИРОВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Производство пиролиза углеводородов нефти, компримирования, разделения пирогаза является крупнотоннажной установкой получения этилена, пропилена, бутилен-бутадиеновой фракции, фракции C5, тяжелой смолы пиролиза и пироконденсата. Спрос и требования к высококачественной продукции на химических предприятиях постоянно увеличивается. В 2022 году в РФ было выпущено 4 373 838 т этилена, что на 7.5% выше по сравнению с результатами 2021 года. В связи с внешними ограничивающими факторами перед предприятиями нефтехимии стоит задача по диверсификации используемых технологий и производственных компонентов. При производстве этилена одной из основных задач является снижение содержания ацетилена до значений меньше 0,001% с целью получения высококачественного этилена по ГОСТ 25070-2013 [1]. Для высокой селективности процесса гидрирования ацетилена и сохранения выхода этилена необходимо правильно подобрать марку катализатора и разработать систему «умного» гидрирования, которая позволит за счет просчета и прогноза получать высококачественную этан-этиленовую фракцию.

В настоящей работе проведен расчет материального баланса процесса низкотемпературного газоразделения и узла гидрирования этан-этиленовой фракции в смеси с водородом. Узел гидрирования имеет мощность в интервале 16 000-74 000 кг/ч этан-

этиленовой фракции. Температура на входе в реактор Р-4а с катализатором CS 2084 составляет 51,7 °С. Температура выхода этан-этиленовой фракции из Р-4с достигает 83 °С. По результатам расчетов обоснована целесообразность замены импортного катализатора OieMax 207 (Clariant, Швейцария) в реакторах гидрирования Р-4 на катализатор CS 2084 (UST, Россия) для улучшения качества этан-этиленовой фракции за счет более селективного гидрирования ацетиленовых соединений. В результате реализации технического решения в гидрированной этан-этиленовой фракции будет отсутствовать ацетилен, а значит улучшится качество товарного продукта.

---

1. ГОСТ 25070-2013. Этилен. Технические условия. - М.: Стандартинформ, 2016

УДК 544.478

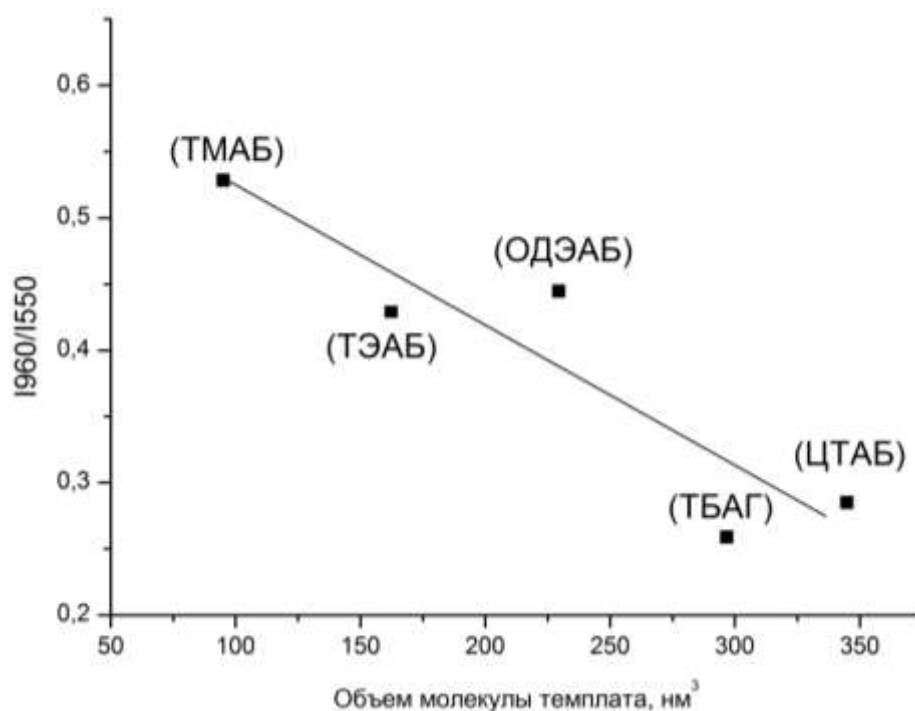
ЧУЖАЙКИН И.Д., БАРИНОВ Д.С.

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗМЕРА СТРУКТУРООБРАЗУЮЩЕГО АГЕНТА НА СТЕПЕНЬ ВКЛЮЧЕНИЯ ИОНОВ ВАНАДИЯ В СТРУКТУРУ ИЕРАРХИЧЕСКОГО СИЛИКАЛИТА**

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева

Введение гетероатомов в структуру диоксида кремния для получения каталитически активных материалов является ключевым направлением исследований в области дизайна каталитических систем. Включение ионов ванадия в кристаллическую решётку силикалита привлекает большое внимание поскольку пероксокомплексы ванадия (V) известны как катализаторы реакций окисления широкого круга субстратов. Однако внедрение ванадия в решетку цеолита - сложная задача. Считается, что на успешность включения данного металла влияют многие факторы: рН, температура, количество вводимого металла и т.п. При нарушении технологии приготовления происходит образование оксидных кластеров ванадия переменного состава на поверхности материала.

Целью данной работы являлось изучение влияния размера структурообразующего вещества на степень включения ионов ванадия в структуру иерархического силикалита. Для этого по методике [1] были получены материалы с тетрапропиламмоний гидроксидом (ТПАГ) в качестве первичного (микropорогенного) темплата и тетраметиламмоний бромид (ТМАБ), тетраэтиламмоний бромид (ТЭАБ), тетрабутиламмоний (ТБАГ), цетилтриметиламмоний бромид (ЦТМАБ) и октилдиметилэтиламмоний бромид (ОДЭАБ), в качестве вторичных темплатов образующих мезопоры и дополнительные транспортные каналы. Для оценки степени включения ионов ванадия в структуру использовалось соотношение интенсивности полос ИК-спектра при  $960\text{ см}^{-1}$  и  $550\text{ см}^{-1}$  ( $I_{960}/I_{550}$ ). Полученные данные приведены в виде зависимости соотношения  $I_{960}/I_{550}$  от размера использованного вторичного темплата (рис.1).



**Рис. 1. Зависимость степени включения ионов ванадия в структуру силикалита**

Из полученных данных видно, что при увеличении размера структурообразующего агента происходит снижение степени включения ионов ванадия в структуру силикалита. Этот факт может быть объяснён тем, что по мере увеличения размера субстрата происходит образование иерархической структуры, содержащей большее количество мезопор – пустот в пространстве.

#### ***Библиографический список***

Fedosov, A. Synthesis and characterization of hierarchical titanium-containing silicas using different size templates / A. Fedosov, M. Fedosova, D. Ryabinin, A. Gushcin, S. Orekhov, I. Postnikova // Journal of Chemical Sciences. – 2019. – V. 131 (77). – P. 1-9.

УДК 66.088

ШИРОКОВ Д. А., УДАЛОВ А. А., ТИТОВ Е. Ю.

### **ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ ПИРОЛИЗ ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ В ПРИСУТСТВИИ ДОПИРУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время мировое производство этилена достигает 180 млн. тонн в год. Спрос на данное сырье увеличивается с каждым годом. Производство этилена является одним из важнейших составляющих мировой и отечественной химической промышленности [1]. Этилен в основном используется для получения различных полимеров, а также окиси этилена, что составляет более 90% всего рынка. Переработка углеводородного сырья традиционными высокотемпературными методами становится затруднительной из-за повышенных выбросов CO<sub>2</sub> в атмосферу за счет сжигания части сырья и высоких энергозатрат. Соответственно необходима разработка альтернативных методов переработки вакуумных фракций, которые смогут повысить выход целевых

продуктов и снизить затраты на проведение процесса.

В работе приведены результаты плазмохимического пиролиза вакуумного газойля с использованием допирующих компонентов для повышения конверсии товарных продуктов. При добавлении гексана и изооктана (при концентрации от 5 до 50 %масс.) в качестве доноров метильных групп и водорода происходит смещение равновесия углерода к водороду, что приводит к увеличению выхода целевых продуктов. При плазмохимическом пиролизе образуется неравновесная низкотемпературная плазма, которая активизирует первичные реакции (возбуждение, диссоциация и ионизация) и в дальнейшем возбуждённые частицы (радикалы) претерпевают рекомбинацию с образованием целевых продуктов [2]. По предлагаемому механизму возможно образование более сложных ароматических углеводородов (увеличение числа атомов углерода в молекуле) в ходе реакций конденсации, а также деструкция длинноцепочечных молекул.

В качестве объекта исследования в данной работе использовался вакуумный газойль. Плотность при 20°C – 0,909 г/см<sup>3</sup>, кинематическая вязкость при 100°C – 6,648 мм<sup>2</sup>/с, содержание серы – 1,806 % масс. Процесс проводился при температуре 80–140°C и давлении 1–2 атм. Установка включает в себя секционный реактор и систему управления. Допирующие компоненты влияют на направление переработки вакуумного газойля и приводит к увеличению выхода востребованных продуктов (водород, этилен). В газовой фазе основными продуктами являлись: водород (47–50 %мол.) ацетилен (25–30%мол.), этилен (8–10%мол.), метан (4–6 %мол.) и C<sub>3</sub>–C<sub>5</sub> (1–3%мол.). По сравнению с процессом, проводимым без использования допирующих компонентов, энергозатраты выросли с 5 до 15-25 кВт\*ч на кг газа, но вместе с этим увеличился выход этилена на 4% мол.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-73-10119, <https://rscf.ru/project/21-73-10119/>

#### ***Библиографический список***

- 1. Penia Rossetti.** Hydrogen, ethylene and power production from bioethanol: Ready for the renewable market? / Antonio Tripodi, Gianguido Ramis // International Journal of Hydrogen Energy 2020, 45, 10292–10303.
- 2. Titov, E.Y.** Liquid-Phase Non-Thermal Plasma Discharge for Fuel Oil Processing / Bodrikov, I.V., Serov, A.I., Kurskii, Y.A., Titov, D.Y., Bodrikova, E.R. // Energies 2022, 15, 3400.

# ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

---

УДК 62-835

БЛИНОВ А.А., ДОЛГОВ А.Н.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Подводные беспилотные аппараты претерпели существенное развитие со времен первого применения в начале XX в. Совершенствовалась не только информационная часть и блок полезной нагрузки, но и управляющая часть, причем от последней в большей мере зависит качество выполнения подводного беспилотного аппарата своих специальных задач.

В настоящее время в качестве управляющей части наибольшее распространение получил электромеханический привод, благодаря высокой надежности, легкости автоматизации и управления, а также высокому КПД [1].

Объектом исследования является исполнительный механизм (ИМ), предназначенный для обеспечения поворота вала руля в требуемое положение, передаваемое системой управления подводного беспилотного аппарата по каналу информационного обмена на базе интерфейса RS-485.

Цель работы: исследование характеристик электромеханического привода на базе бесконтактного моментного двигателя, позволяющего обеспечивать ряд специфических параметров, необходимых для создания подобных систем высокой точности.

К таким параметрам относятся:

- стабильность момента от угла поворота ротора;
- линейность моментной характеристики в функции сигнала управления;
- минимальное значение зоны нечувствительности моментной характеристик.

Была проведена лабораторная отработка опытного образца, разрабатываемого ИМ. Методика заключалась в проверке точности установки выходного вала ИМ в положения:  $\pm 5^\circ$ ,  $\pm 10^\circ$ ,  $\pm 15^\circ$ ,  $\pm 18^\circ$  и  $0^\circ$ . Контролировалось направление вращения выходного вала, а также точность установки выходного вала в требуемое положения.

Алгоритм работы выглядит следующим образом: ИМ при подаче напряжения питания, после самотестирования, по командам, получаемым по интерфейсу управления RS-485, выполняет следующие функции:

- выдает по интерфейсу информацию о готовности к работе;
- обрабатывает задающие воздействия (задающие углы поворота рулей подводного беспилотного аппарата);
- выдает по интерфейсу информацию о текущих углах поворота выходного вала.

Получены следующие результаты:

- погрешность установки выходного вала в требуемые положения по данным, принимаемым от ИМ, не превышает  $\pm 0,1^\circ$ ;
- направление вращения выходного вала производится в соответствии с командами ИМ.



Результаты исследования позволяют сделать вывод о перспективности дальнейшей работы, для чего необходимо провести испытания опытного образца, разрабатываемого ИМ при имитации в реальных условиях применения.

---

**Трифонов, О. Н.** Приводы автоматизированного оборудования / О. Н. Трифонов, В. И. Иванов, Г. О. Трифонова. - М.: Машиностроение, 1991. – 10 с.

УДК 629.056.6

АТЯКИН А.В.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ С ПОМОЩЬЮ ИМУ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

ИМУ (англ. Inertia measurement unit) – это электронное устройство, которое измеряет негравитационные силы, действующие на тело, его угловую скорость, а также его ориентацию. ИМУ представляет собой комбинацию акселерометра, гироскопа и иногда магнитометра. Это устройство используется для реализации инерциальной навигации. Её преимущество над классическим методом навигации, использовании внешних ориентиров, таких как звёзды, маяки, радиосигналы, заключается в полной автономности. Инерциальную навигацию можно применять в условиях нулевой видимости, высоких уровней акустических и радио помех, в условиях полного отсутствия связи (например, в туннелях).

Сущность инерциальной навигации заключается в следующем:

1. Определение линейного ускорения объекта с помощью акселерометра.
2. Определение углового положения объекта относительно некоторой системы координат в пространстве с помощью гироскопических устройств и акселерометров/магнетометров.
3. Наложение векторов ускорения на систему координат соответственно актуальному угловому положению тела.
4. Получение векторов скорости посредством интегрирования векторов ускорения, а после определение координат текущего местоположения тела путём интегрирования векторов скорости.

Последний пункт является самой проблемной точкой инерциальной навигации. Двойное интегрирование неминуемо приводит к стремительному накоплению ошибки, что позволяет применять только в системах, где не требуется точное определение положения тела или в системах, где необходимость навигации присутствует на очень коротком промежутке времени. Инерциальная навигация нашла широкое применение в военной сфере, как дублирующая система навигации для БПЛА и баллистических ракет, которые предназначены для поражения цели в очень короткий срок и не страдают от возникающей погрешности.

Предполагается разработать систему, которая позволит применить инерциальную навигацию в промышленности в целях создания автономных промышленных роботов, а, следовательно, необходимо избавиться от потери точности определения положения из-за накапливающейся ошибки. Должна обеспечиваться возможность точно определять местоположение робота на протяжении большого промежутка времени. Главным образом планируется добиться высокой точности интегрирования посредством разбиения длительного участка интегрирования на малые, которые интегрируются отдельно. Для этого отслеживаемому телу необходимо с определённой периодичностью совершать полные остановки и каким-то образом сообщать контроллеру, производящему интегрирование, о

том, что произошла остановка, а, следовательно, ускорение и скорость равны 0. Таким образом, избавиться от ошибки совсем не удаётся, но она не имеет возможности к экспоненциальному росту и её величину можно предсказывать и контролировать частотой остановок. При этом не добавляется никаких дополнительных вычислений, что позволит сэкономить вычислительные мощности. Необходимую частоту остановок следует устанавливать опытным путём, согласно точности навигации, требуемой для конкретной прикладной задачи.

УДК 004.942

БЕЛОВ Я.Н., КЕЧКИНА Н.И.

## РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССА НЕПРЕРЫВНОЙ АБСОРБЦИИ

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е.Алексеева

Для разработки математической модели непрерывной абсорбции следует рассмотреть химико-технологическую реакцию процесса, а именно контактирование определенных компонентов исходной газовой смеси с абсорбентом. Математическое описание отображает физическую сущность процесса со свойственными ему особенностями и ограничениями.

Для построения модели необходимо ввести допущения, позволяющие упростить реальную систему и облегчить последующее математическое описание. Были приняты следующие основные упрощающие допущения:

- 1) входные и выходные потоки газа равны, входные и выходные потоки жидкости также равны;
- 2) потери вещества и энергии во внешнюю среду отсутствуют;
- 3) основные переменные процесса не изменяются в пространстве, а изменяются только во времени, т.е. рассматриваем математическую модель с сосредоточенными параметрами.

После рассмотрения химико-технологической реакции процесса непрерывной абсорбции, на основе проведенного анализа, выводятся уравнения статики и динамики материального баланса по целевому компоненту в насыщенном абсорбенте и материального баланса по жидкой фазе. При выводе этих уравнений используют фундаментальные законы сохранения вещества и энергии, а также кинетические закономерности процессов переноса массы и теплоты химических превращений.

*Материальный баланс по целевому компоненту в насыщенном абсорбенте*

Уравнение динамики

$$\rho_{на} \cdot S_{ann} \cdot h_{на} \cdot \frac{dx_{на}}{dt} = M_z^{на} + G_a \cdot x_a - G_{на} \cdot x_{на} \quad (1)$$

Уравнение статики

$$G_{на} \cdot x_{на} = M_z^{на} + G_a \cdot x_a \quad (2)$$

Из выражений (1) и (2) следует, что на состав насыщенного абсорбента оказывает влияние изменение расхода насыщенного абсорбента на выходе из аппарата и расхода абсорбента на входе в аппарат.

$$x_{на} = f(G_{на}, G_a) \quad (3)$$

*Материальный баланс по жидкой фазе*

Уравнение динамики

$$\rho_{на} \cdot S_{ann} \cdot \frac{dh_{на}}{dt} = G_a - G_{на} + M_z^{на} \quad (4)$$

Уравнение статики

$$G_{на} = G_a + M_z^{на} . \quad (5)$$

Из выражений (4) и (5) следует

$$h_{на} = f(G_{на}, G_a), \quad (6)$$

Таким образом, при реализации системы управления процессом абсорбции предпочтительным управляющим воздействием для поддержания уровня в аппарате является расход насыщенного абсорбента, а для поддержания состава насыщенного абсорбента – расход абсорбента на входе в аппарат.

### **Библиографический список**

1. Николаев, Н.А. Машины и аппараты химической технологии. Казань, 1977. – С. 7
2. Лабутин, А.Н., Волкова, Г.В. Технологические процессы и производства как объекты управления: учебное пособие / Иван. гос. хим.-технол. ун-т.; Иваново, 2010. – С. 33 – 35

УДК 62-831

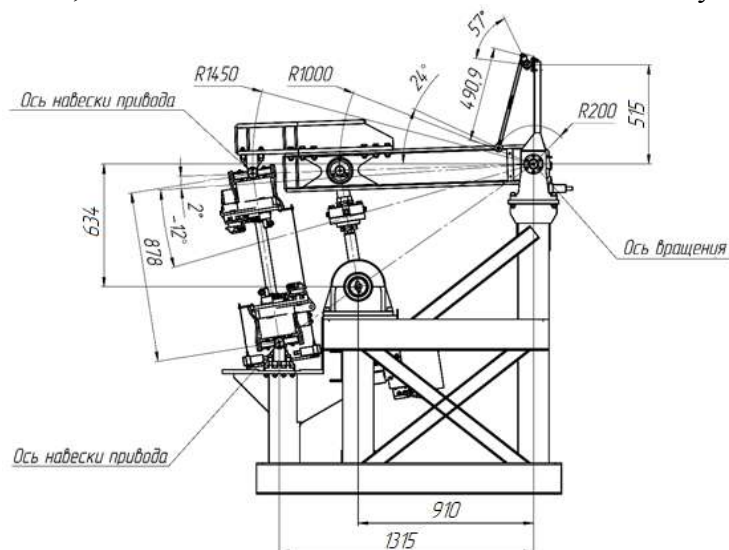
БЛИНОВ А.А

## **РАЗРАБОТКА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева

Основной тенденцией развития авиации в XXI веке является переход к концепции самолета с полностью или частично электрифицированным оборудованием; как следствие появилась необходимость разработки системы управления, удовлетворяющей данной концепции [1].

В докладе описан разрабатываемый испытательный стенд (ИС) для системы электромеханического привода (ЭМП), служащей для перемещения аэродинамической поверхности летательного аппарата (ЛА) в балансировочное положение на всех этапах и режимах полета. Данная система состоит из электромеханического привода [2], датчика положения аэродинамической поверхности и электронного блока управления. ИС позволит проводить полный комплекс нагрузочных, ресурсных, прочностных и функциональных испытаний. В состав испытательного стенда входят: нагрузочная установка (НУ), нагружающее устройство, насосная станция и автоматическая система управления (АСУ).



**Рис. 1. Кинематическая схема системы ЭМП**

НУ служит для имитации нагружения ЭМП при заданных углах отклонения аэродинамической поверхности, которые задаются с помощью АСУ. Насосная станция обеспечивает давление рабочей жидкости в гидросистеме (до 28 МПа), тем самым создавая необходимые условия нагружающему устройству (сервогидравлическому приводу) для выставления ЭМП в заданное положение. ИС работает согласно кинематической схеме, представленной на рисунке.

АСУ состоит из шкафа управления, который унифицирован и герметичен (степень защиты от пыли и влаги – IP66), содержит промышленный контроллер и панель управления. На ИС предусмотрен комплекс датчиков, позволяющих контролировать положение гаек привода, угол поворота балки, усилие задаваемое нагружающим устройством, температуру и давление рабочей жидкости. В настоящее время изготавливается макетный образец ИС с целью экспериментального определения его технических характеристик.

### ***Библиографический список***

1. Электрический самолёт: концепция и технологии/ А. В. Лёвин, С. М. Мусин, С. А. Харитонов, К. Л. Ковалёв, А. А. Герасин, С. П. Халютин. - Уфа: УГАТУ, 2014. 388 с.
2. **Блинов, А.А.** Разработка электромеханического привода летательного аппарата [Текст] / А.А. Блинов, А.В. Блинова // Наука молодых: сборник материалов XV Всероссийской научно-практической конференции, 22-23 декабря 2022 г. – Арзамас: АПИ НГТУ, 2022, с 57-60.

УДК 528.711.114

БОРИСОВ К.Д.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПО СОЗДАНИЮ 3D-МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ МЕТОДАМИ ФОТОГРАММЕТРИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
Арзамасский политехнический институт

На сегодняшний день, когда многие зарубежные компании ушли с российского рынка, возникает острая необходимость в поиске аналогичных комплектующих, создании условий для производства отечественных аналогов или восстановления оригинальных изделий ушедших брендов, т.е. импортозамещение.

При изучении данной проблемы выявлено несколько путей ее решения. Первый вариант – поиск аналогичных изделий на других рынках. Анализ рынка показал, что зарубежные аналоги и тем более оригинальные запчасти имеют достаточно высокую стоимость. Также останется прямая зависимость от чужого рынка и возможны проблемы с поставками из-за рубежа. Вторым вариантом решения изложенной проблемы является создание отечественной базы для разработки изделий с помощью 3D-печати.

Для создания продукции с помощью 3D-печати необходимы 3D-модели. Такие модели можно получить несколькими способами: с помощью САД-систем (вручную) и с помощью сканирования объекта. При создании моделей вручную тратится много времени на анализ геометрии объекта, снятие размеров и сам процесс формирования модели, т.е. данный подход весьма трудоемкий. Сканирование объектов значительно упрощает процесс получения 3D-модели.

Сканирование объекта можно производить с помощью 3D-сканера или с помощью технологии фотограмметрии. 3D-сканеры не позволяют замерять объекты больших размеров. Также существенным недостатком является высокая стоимость самих сканеров. Технология фотограмметрии является приоритетной ввиду относительно недорогого оборудования и возможности получения моделей объектов различных размеров (по сравнению с 3D-сканерами). Более того, если стоит задача реставрации поврежденных корпусов

(например, пластиковые обвесы легковых автомобилей), то, получив фотографии или видео поврежденного элемента, можно, находясь на расстоянии, распечатать недостающий элемент, который в дальнейшем можно отправить транспортной компанией для проведения ремонтных работ в автосервисе, откуда и были получены эти фото/видео материалы.

Технология фотограмметрии заключается в получении 3D-модели нужного объекта из набора снимков. Для обработки снимков требуется специальное программное обеспечение. Программа распознает на снимках похожие точки и выстраивает фигуру из точек. Затем на полученную фигуру накладывается текстура, полученная из набора цветов по снимкам.

Целью работы является разработка системы по созданию 3D-моделей объектов методами фотограмметрии для реставрации поврежденных пластиковых изделий. На данный момент проведен обзор программ и выбрана одна программа для дальнейшей работы - *Agisoft Metashape*. Были проведены опыты по созданию простых моделей для отработки навыков работы с программой. Планируется разработка методики и рекомендаций формирования 3D-моделей для восстановления поврежденных пластиковых изделий.

**Михайлов, А.П., Чибуничев, А.Г.** Курс лекций по фотограмметрии МИИГАиК. – М.: МИИГАиК, 2011.

УДК 681.5

ВИЛЬДАНОВ Р.М., КЕЧКИНА Н.И.

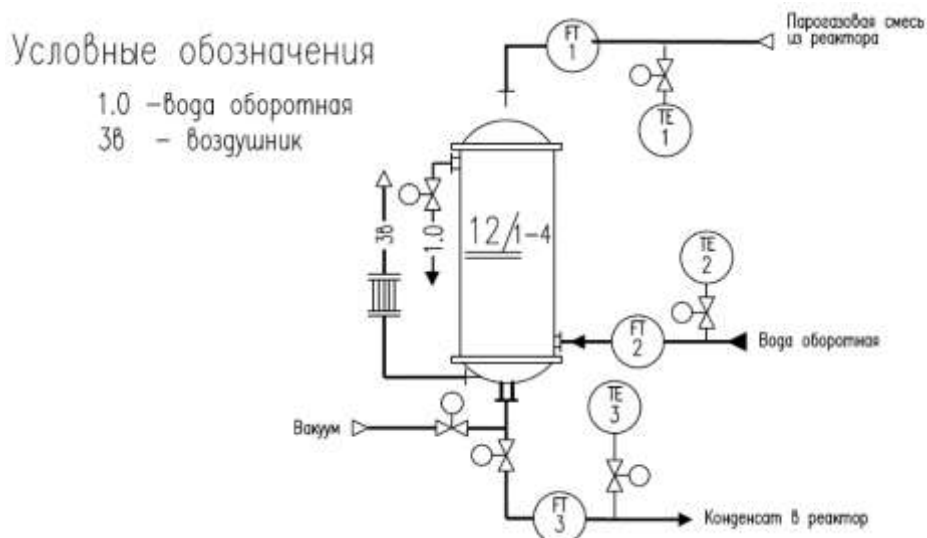
## АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ БАКЕЛИТА КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева, г. Дзержинск

Бакелит – нерастворимая искусственная смола для пластических масс. Его получают путём конденсации фенола с формалином в присутствии щелочи.

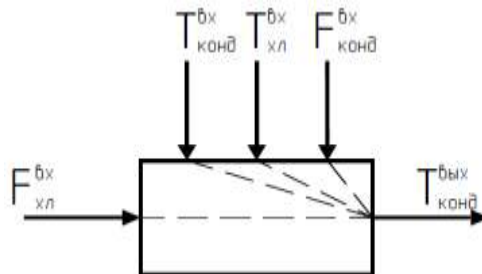
В ходе реакции формалин выделяет газообразный формальдегид. В реакторах образуется парогазовая смесь, которая поступает в трубное пространство холодильника поз.12/1-4, в межтрубное пространство которых подается охлаждающая (оборотная) вода, парогазовая смесь охлаждается и конденсат стекает по трубопроводу обратно в реактор.

В рассматриваемом примере технологический объект управления представляет собой присоединённый холодильник на линии охлаждения парогазовой смеси (рис. 1). Целью функционирования объекта является получение конденсата парогазовой смеси. [1]



**Рис. 1. Принципиальная схема объекта**

Исходя из цели функционирования, основной переменной состояния является температура конденсата на выходе из аппарата, которая является основным регулируемым технологическим параметром. Среди входных переменных, влияющих на состояние технологического процесса, выделяют расход хладоносителя, температуры газовой смеси и хладоносителя на входе в аппарат, а также расход газовой смеси. На рис. 2 показана структурная схема существенных факторов, влияющих на процесс теплообмена.



**Рис. 2. Схема взаимосвязей между переменными в теплообменном аппарате**

Анализ технологического процесса как объекта управления позволяет обоснованно осуществить выбор автоматической системы регулирования.

Лабутин, А.Н., Волкова, Г.В. Технологические процессы и производства как объекты управления: учебное пособие / Иван. гос. хим.-технол. ун-т.; Иваново, 2010. – С. 33 – 35

УДК 004.942

ЕВДОКИМОВ Д.М., КЕЧКИНА Н.И.

## **РЕАЛИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА УПАРИВАНИЯ**

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева

Задачей математического описания технологического процесса является установление количественных соотношений между его выходными показателями, элементами режима рабочего процесса, конструктивными и качественными характеристиками технологической системы, условиями протекания технологического процесса и действующими факторами.

В рассматриваемом примере необходимо проанализировать возникающий в аппарате химико-технологический процесс упаривания раствора нитрата аммония с добавлением кондиционирующей добавки нитрата магния. Итогом математического описания технологического процесса станет построение его математической модели.

Приемлемую по точности аналитическую модель можно получить, если исключить из рассмотрения малозначимые явления и процессы, сформулировав систему допущений.

При построении математической модели были приняты следующие основные упрощающие допущения, перечисленные далее.

1. Для греющей камеры выпарного аппарата термодинамическая работа равна нулю.
2. Теплоемкости металла и температура не зависят от температуры.
3. Изменение кинетической энергии потоков массы не происходит.
4. Изоляция рассматривается как сосредоточенная емкость ввиду ее небольшой аккумулирующей способностью.
5. Плотность раствора – сосредоточенный параметр, равный плотности раствора на выходе из аппарата, т.е. поступающий в аппарат раствор мгновенно перемешивается с остальной жидкостью.

6. При развитом кипении неоднородностью температуры жидкости по высоте можно пренебречь, считая этот параметр сосредоточенным.

При построении аналитических моделей химических аппаратов математическое описание сводится к составлению уравнений материального и теплового балансов системы, базирующихся на фундаментальных законах сохранения массы и энергии.

Уравнение динамики материального баланса по растворенному веществу

$$\rho_k \cdot S_{ann} \cdot h_k \cdot \frac{dx_k}{dt} = G_p \cdot x_n - G_k \cdot x_k \quad (1)$$

Уравнение динамики теплового баланса выпарной установки

$$(\rho_n \cdot V_n \cdot c_n + \rho_k \cdot V_k \cdot c_k) \cdot \frac{dT_{ann}}{dt} = G_m \cdot c_m \cdot T_m^H - G_{km} \cdot c_{km} \cdot T_{km}^K + G_p \cdot c_p \cdot T_p^H - G_k \cdot c_k \cdot T_k^K - W \cdot r_n \pm Q_{конц} \quad (2)$$

Решение уравнений (1), (2) относительно главной переменной величины при описанных условиях позволяет получить функцию изменения этой величины во времени и пространстве при фиксированных начальных условиях. Дальнейшее исследование функции математическими методами при различных видах возмущающих и управляющих воздействий позволяет осуществить выбор оптимальной системы управления.

### *Библиографический список*

1. **Никольский, Б.П.**, Григоров О.Н., Позин М.Е. и др., Справочник химика: Химическое равновесие и кинетика, свойства растворов, электродные процессы. Изд 2-е, том III, М.: Химия, 1965. – 1000 с.
2. **Павлов, К.Ф.**, Романков П.Г., Носков А.А., Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие для вузов/ Под ред. чл.-корр. АН СССР П. Г. Романкова. – 10-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1987. - 576 с.

УДК 681.5

ЖУРКИН С.А., КЕЧКИНА Н.И.

## **ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ИЗОДЕПАРАФИНИЗАЦИИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА**

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева, г. Дзержинск

Технологический процесс изодепарафинизации дизельного топлива – один из способов депарафинизации нефтепродуктов. Цель депарафинизации нефтепродуктов – снижение температуры застывания нефтепродуктов и улучшение низкотемпературных свойств. Основные узлы технологического процесса изодепарафинизации дизельного топлива: реакторный блок, секция сепарации, блок фракционирования, компрессорный блок.

Стадия фракционирования в процессе изодепарафинизации дизельного топлива требует большой точности и внимания к протекающему процессу, поэтому рефлюксная емкость является установкой, работа которой должна тщательно контролироваться. Каждый показатель процесса должен фиксироваться и чем точнее будут показания, тем своевременнее будут приняты меры по устранению ошибки.

Главной задачей автоматизированной системы управления для данного процесса является четкий алгоритм управления, благодаря которому будет происходить своевременное изменение параметров процесса, диагностирование и предотвращение возникновения аварийных ситуаций. Разрабатываемая АСУ ТП должна выполнять управляющие и информационные функции: стабилизация технологических параметров, обеспечение постоянного значения, заданного регламентом; централизованный сбор и обработка информации о протекании технологического процесса; формирование и выдача

данных оперативному персоналу АСУТП. Табл. 1 содержит информацию о контролируемых и регулируемых величинах и форме ее представления. В таблице приняты следующие обозначения: М – по месту, МПК – микропроцессорный контроллер, СО – станция оператора.

**Таблица 1**

**Перечень контролируемых и регулируемых параметров**

Наименование параметра	Номинальное значение параметра	Форма представления информации
Температура верхнего продукта отпарной колонны к D0701	43 °С	М – индикация СО – индикация
Уровень в емкости отвода воды отпарной колонны D0701.	711 мм	М – индикация МПК – регулирование СО – индикация, регистрация, сигнализация, регулирование
Уровень кислой воды в отстойнике рефлюксной емкости D0701.	97 мм	
Уровень в рефлюксной емкости D0701	800 мм	
Температура нестабилизированной нефти на выходе из рефлюксной емкости отпарной колонны D0701	33 °С	М – индикация СО – индикация
Давление на нагнетании насосов откачки нестабилизированной нефти отпарной колонны P0701А/В	–	М – индикация
Давление отходящего газа на выходе рефлюксной емкости отпарной колонны D0701	0,6 МПа	М – индикация СО – индикация, сигнализация, регулирование

УДК 614

ЗАХАРЕНКОВ А.Д., КЕЧИН Е.С., ДЕМИН Д.А.

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНФРАКРАСНОГО ДАТЧИКА MLX90640 В КОМПАКТНЫХ ТЕПЛОВИЗИОННЫХ СИСТЕМАХ: ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева

Цель работы: исследовать применение инфракрасного датчика MLX90640 в компактных тепловизионных системах, определить его возможности и ограничения для улучшения производительности и эффективности таких систем.

Тепловизионные системы широко используются в различных отраслях, таких как промышленность, автомобильная отрасль, безопасность и медицина. Благодаря быстрому развитию микроэлектроники и микросистемной техники, современные тепловизионные системы становятся более компактными и доступными. Одним из ключевых компонентов таких систем является инфракрасный датчик MLX90640, который предлагает высокую точность и разрешение при небольших размерах и низкой стоимости.

MLX90640 представляет собой матричный инфракрасный датчик, имеющий 32x24 пикселей. Этот датчик основан на микроболометрической технологии, что позволяет ему обеспечивать хорошую чувствительность и точность измерений температуры. Он имеет широкий диапазон измерений температуры (-40°С до +300°С) и может работать в режиме реального времени.

Компактность: MLX90640 имеет небольшие размеры и массу, что делает его идеальным для интеграции в портативные и компактные тепловизионные системы.



Высокая точность: датчик обеспечивает высокую точность измерений температуры, что позволяет получать детализированные и точные тепловые изображения.

Низкая стоимость: MLX90640 имеет относительно низкую стоимость по сравнению с другими инфракрасными датчиками, что делает его более доступным для широкого круга пользователей.

Ограниченное разрешение: несмотря на то что MLX90640 имеет достаточное разрешение для многих приложений, его 32x24 пикселей могут быть недостаточными для некоторых высокоточных задач, где требуется больше деталей.

Влияние окружающей среды: Работа датчика может быть затруднена при сильных изменениях температуры окружающей среды или наличии влажности, что требует дополнительной калибровки и защиты.

Наличие помех: датчик MLX90640 может быть подвержен воздействию электромагнитных помех, что может снизить точность измерений артефакты на тепловом изображении.

Инфракрасный датчик MLX90640 предлагает ряд преимуществ, таких как компактность, высокая точность и низкая стоимость, что делает его подходящим для использования в компактных тепловизионных системах. Однако, как и любой технологический компонент, он имеет определенные ограничения, такие как ограниченное разрешение и влияние окружающей среды на работу. Важно учитывать эти ограничения при разработке тепловизионных систем, а также исследовать возможности их преодоления для достижения наилучшей производительности и эффективности.

УДК 331.453

КАРГАЕВА А.И.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Дзержинский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева

Системы противоаварийной защиты (ПАЗ) необходимы для предотвращения возникновения аварийных ситуаций и перевода в безопасное состояние технологических процессов опасных и вредных производств. Они должны обеспечивать непрерывный мониторинг состояния технологических параметров, а также объектов контроля и управления, отслеживая достоверности параметров контроля.

Такие системы, как правило, строятся на базе аппаратно-программных комплексов с использованием станций автоматизации. Верхний уровень системы ПАЗ представляет собой многопользовательскую систему с клиент-серверной архитектурой, включающей в себя до 10 клиентских станций [1]. Кроме того, предусматривается интеграция с системой АСУТП предприятия на базе современных систем визуализации.

Внедрение человеко-машинного интерфейса в системе ПАЗ обеспечивает возможность перевода оборудования в безопасное состояние в аварийных ситуациях как автоматически, так и по команде пользователя. Кроме того, она предоставляет пользователям информацию о текущих значениях измеряемых параметров, что позволяет значительно увеличить эффективность работы персонала, снизить вероятность ошибочных действий операторов технологического процесса и повысить скорость реагирования на внештатные ситуации.

Ведение графиков изменения всех технологических параметров и протоколирование всех производственных событий позволяет проводить прогнозирование работы технологических процессов и упростить разбор внештатных ситуаций. А наличие блокировок для всех элементов системы в зависимости от показаний датчиков и защитных

отключений по всему оборудованию автоматизированных систем управления позволяет предотвратить возможность аварийных ситуаций [2]. Кроме того, необходимо обеспечить дистанционное отображение всех технологических параметров в системе визуализации, а также предусмотреть многократно дублированный контроль над критичными параметрами всех подсистем с активацией противоаварийных мер. Эти функции выполняет SCADA-система, которая отражает состояние технологического процесса, позволяет выявлять предаварийные ситуации и предотвращать аварии путем переключения технологических узлов в безопасное состояние как в автоматическом режиме, так и по инициативе оперативного персонала, формирует журналы аварийных сообщений и действий эксплуатационного персонала, а также осуществляет обмен информацией между различными уровнями системы.

Широкое применение промышленных интерфейсов связи таких, как Profibus, Industrial Ethernet, использование распределенной архитектуры построения автоматизированной системы управления с возможностью модернизации и замены модулей без останова работы системы позволяет существенно снизить затраты на эксплуатацию ПАЗ. Внедрение системы ПАЗ позволяет обеспечить безопасное ведение технологического процесса в соответствии с регламентом и правилами промышленной безопасности.

### ***Библиографический список***

1. **Майоров, А. В.** Безопасность функционирования автоматизированных объектов / А.В. Майоров, Г.Н. Москатов, Г.П. Шибанов. - М.: Машиностроение, 2014.-264 с.
2. **Клюев, А. С.** Проектирование систем автоматизации технологических процессов / А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский. - М.: Энергия, 2015. - 512 с.

УДК.629.7.058.42

КЛОКОВ И. И., СТОЛЯРОВ В. Д.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ БАРОМЕТРИЧЕСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ДЛЯ МАЛЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

АПИ(ф)НГТУ им. Р. Е. Алексеева, АО «АНПП «ТЕМП-АВИА»

В настоящее время в составе практически всех аэродинамических летательных аппаратов (ЛА) обязательным является применение барометрических измерителей для измерения давления воздушного потока (статического и динамического) и вычисления значений высотно-скоростных параметров (ВСП): приборной, вертикальной и истинной скоростей, абсолютной и относительной барометрических высот, числа Маха и т. д.

В рамках импортозамещения разработка барометрического измерителя была проведена на основе пьезорезонансных преобразователей давления и температуры кварцевых (ПТДК) с кварцевым чувствительным элементом производства ООО «СКТБ «ЭлПА», г. Углич, у которых погрешность измерения статического давления составляет  $\pm 0,04$  % от верхнего предела измерения во всем диапазоне рабочих температур (от минус 60 °С до плюс 85 °С). В отличие от кремниевых микромеханических датчиков давления, они обеспечивают требования нормативного документа по сертификации гражданских объектов КТ-160G [1] – диапазон рабочих температур от минус 55 °С до плюс 60 °С, что позволяет использовать их даже в условиях крайнего Севера, например, на объектах малой гражданской авиации. Разработка барометрического измерителя осуществлялась с применением комплектующих отечественного производства, что, к сожалению, существенно повлияло на габариты.

На нескольких опытных образцах измерителя, установленных в комплекс бортового оборудования высокоманевренного самолета, были проведены летные испытания.

Совершено три полета, результаты одного полета приведены на графиках (рис. 1). Оценка погрешности измерения ВСП опытного образца разработанного измерителя проводилась относительно штатной системы, принимаемой за эталон, на основе датчиков давления *Druck* «General Electric» (погрешность измерения давления 0,01 % от ВПИ). Графики погрешностей измерения ВСП приведены рис. 2.

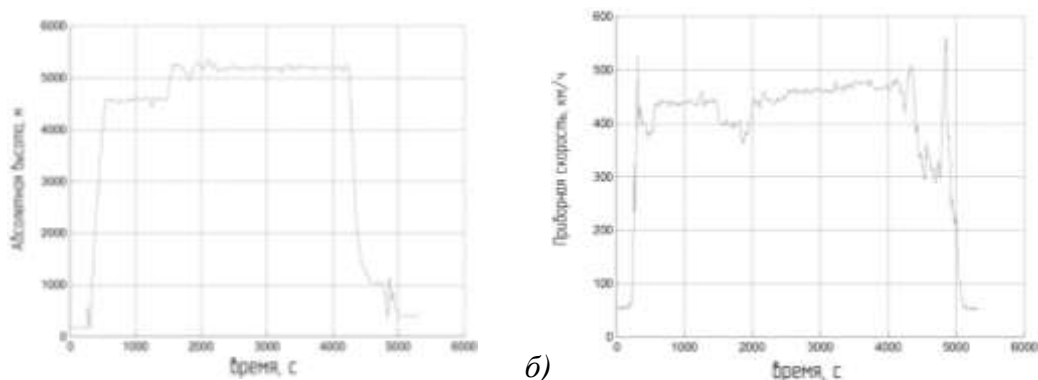


Рис. 1. Графики изменения ВСП: а) график высоты, б) график приборной скорости

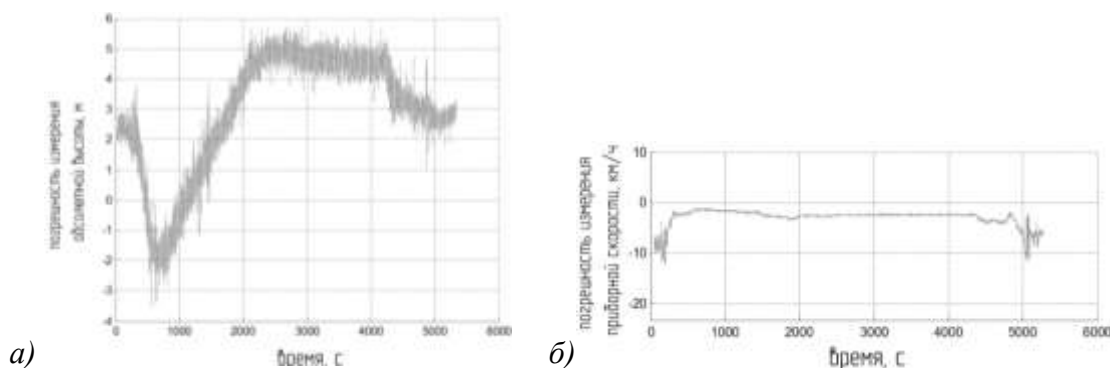


Рис. 2. Графики погрешностей измерения ВСП: а) погрешность высоты, б) погрешность приборной скорости

Максимальная величина погрешности измерения во всех полетах не превышала:

- для абсолютной барометрической высоты – 4,16 м;
- для приборной скорости – 5,32 км/ч.

Оценка погрешности измерения вертикальной скорости и числа Маха будет проведена на следующих этапах испытаний.

УДК 658.5

КЛЮЕВ И.С., НАУМОВА Е.Г.

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ СВАРОЧНЫМИ АППАРАТАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сварочные аппараты расположены в разных частях цеха, исходя из индивидуальных целей и задач для конкретного сварочного аппарата, они выполняют различные производственные операции, то есть на каждый станок отведена своя конкретная работа, стоит также отметить, что за выполнением работы следят ответственные люди, за которым закреплен определенный станок. Контроль над качеством выпускаемой продукции осуществляется главным сварщиком, технологом и руководителем цеха по месту

нахождения сварочного аппарата, после этого деталь направляется либо на главный конвейер, либо на выполнение других операций.

Анализируя все сказанное, мы видим, что у каждого сварочного аппарата своя функция. Также каждый сварочный аппарат работает с различными деталями, а из-за того, что станки расположены в большой удаленности друг от друга, возникает проблема контроля процесса производства продукции и ее качества. Из-за этого выпускаемая продукция зачастую получается некачественной, подвергается браку и списывается, что сказывается на экономике производства. За сварочными аппаратами необходимо постоянное наблюдение, чтобы избежать некачественного производства деталей.

Для решения указанных проблем необходимо разработать автоматизированную систему контроля, основными задачами которой будут объединение всех сварочных аппаратов в единую сеть; предоставление необходимой информации на устройства (например, на станцию оператора, пульт управления) ответственных за данную работу сотрудников предприятия (технологов, главного сварщика); сохранение данных на сервере.

Сама система должна выполнять такие функции, как:

- стабилизация процесса сварки,
- мониторинг широкого диапазона параметров процесса сварки,
- выявление основных причин низкого качества сварочных швов,
- предоставление возможности выбора и заказа отчетов о работе сварочных аппаратов за прошедшие периоды из базы данных.

Система должна быть мобильной, а для безопасности необходимо реализовать различные уровни доступа к системе.

Для реализации указанной системы контроля необходима установка датчиков на сварочные аппараты с модулями передачи данных на сервер, на котором хранится вся актуальная информация о станке. Данная информация будет передаваться на рабочие места людей, отвечающих за отведенное им производство.

УДК 629.05

КОСНОВ А.Ю., КАРАСЕВА Т.В., ДОЛГОВ А.Н.

## **КОМПЕНСАЦИЯ УДАРНЫХ НАГРУЗОК ДЛЯ МЕМБРАНЫ С ЖЕСТКИМ ЦЕНТРОМ**

Арзамасский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного  
технического университета им. Р. Е. Алексеева

Область применения датчиков давления достаточно обширна. Они применяются в химической промышленности для измерения технологических параметров давления, расхода жидких и газовых сред при производстве химической продукции; в нефтяной и газовой промышленности для измерения параметров давления и расхода на скважинах нефти и газа, в авиационной технике для измерения углового ускорения и угловых скоростей, а также в военной промышленности, а именно в навигации летательных аппаратов и ракет, где присутствуют жесткие условия эксплуатации.

Одним из самых распространенных способов построения датчик давления является производство по МЭМС-технологиям. Чувствительным элементом таких датчика является кремниевая мембрана, которая бывает нескольких видов: плоские мембраны различной формы и мембраны с жестким центром, технологически они могут выполняться симметричными и несимметричными с учетом первичных преобразователей. С точки зрения высокой чувствительности предпочтительнее мембрана с жестким центром.

При использовании тензорезистивного преобразователя для интегральной мембраны с жестким центром повышается концентрация напряжения в тонкой перемычке и существенно

улучшается линейность характеристики. В случае использования емкостного преобразователя перемещения жесткий центр играет роль подвижного электрода емкостного датчика.

Однако присутствие жесткого центра значительно увеличивает массу кремниевой мембраны, и, как следствие, она восприимчива к ударным ускорениям. Если датчик давления работает в жестких условиях и есть вероятность ударных воздействий (100g), величина погрешности такого датчика возрастает.

Компенсация таких погрешностей, как правило, осуществляется двумя способами. Первый – это уменьшение массы жесткого центра за счет частичного вытравливания его объема. Второй способ – это компенсация погрешностей с помощью элементов электронной схемы. Был предложен новый способ компенсации. Суть его заключается в использовании двух одинаковых мембран. При внешнем воздействии и ударных нагрузках возникает их деформация и прогиб. Мембраны ориентированы в пространстве таким образом, что силы, действующие на жесткие центры, при воздействии давления сонаправленные, а при действии ускорения (ударной нагрузки) направлены противоположно друг к другу. То есть полезная составляющая сигнала складывается, поэтому на выходе получается удвоенное значение, а ошибки компенсируются, в результате чего ошибка из-за ударного ускорения значительно снижена.

---

Распопов В.Я. Микромеханические приборы: учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2007.-400с.:ил.

УДК 614

КОЧЕТКОВ И.Е., КЕЧИН Е.С.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАПЕЦИЕВИДНОГО ТЕЛА ОБТЕКАНИЯ В ВИХРЕВОМ РАСХОДОМЕРЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА COMSOL**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева

Целью данной работы является оптимизация трапециевидного тела обтекания в вихревом расходомере с применением программного комплекса COMSOL.

Вихревые расходомеры используются для измерения объемных расходов жидкостей и газов в различных промышленных приложениях. Трапециевидное тело обтекания является важной частью вихревого расходомера, так как оно создает вихревые зоны в потоке жидкости, которые позволяют измерять расход.

Однако для достижения максимальной точности измерений необходимо оптимизировать геометрию трапециевидного тела обтекания. В этой работе был использован программный комплекс COMSOL для моделирования потока жидкости в вихревом расходомере с различными геометрическими параметрами трапециевидного тела обтекания.

Были проведены сравнительные анализы эффективности трапециевидных тел обтекания различной формы и размеров. Результаты моделирования показали, что оптимальной формой трапециевидного тела обтекания является форма с определенными геометрическими параметрами.

Данная работа имеет практическое значение для разработки более точных вихревых расходомеров, которые могут быть использованы в различных промышленных приложениях.

Оптимизированная геометрия трапециевидного тела обтекания может улучшить точность измерения объемного расхода жидкостей и газов, что является важным фактором в производственном процессе.

Кроме того, результаты работы могут быть использованы для дальнейших исследований в области оптимизации трапециевидных тел обтекания вихревых расходомеров. В частности, дальнейшее исследование может включать в себя анализ влияния других параметров, таких как угол наклона трапециевидного тела, размер и расположение вихревых зон и др.

В данной работе использовался программный комплекс COMSOL для моделирования потока жидкости. COMSOL является мощным инструментом для моделирования различных физических явлений в различных отраслях промышленности. Он позволяет создавать детальные трехмерные модели и анализировать физические процессы.

Таким образом, оптимизация трапециевидного тела обтекания в вихревом расходомере с использованием программного комплекса COMSOL является эффективным методом для повышения точности измерения объемного расхода жидкостей и газов. Результаты данной работы могут быть использованы для создания более точных и эффективных вихревых расходомеров, что, в свою очередь, может привести к улучшению производственных показателей.

### ***Библиографический список***

1. **Кечин, Е.С.** Конструирование вихревых расходомеров для экстремальных условий эксплуатации / Е.С. Кечин, Н.В. Зубков, В.И. Поздяев // ИТ Арктика – 2022 – №1. – С.29-48.
2. **Кечин, Е.С.** Актуальные вопросы разработки вихревых расходомеров // Социально-экономические и технические проблемы оборонно-промышленного комплекса России: история, реальность, инновации. Межвузовский сборник статей по материалам VII Всероссийской научно-практической конференции. Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород –2021 – С. 220-225.

УДК 004.93.1

МАЛЫГИН Д.С., ДОБРОВ А.А., ГРИГОРЬЕВ М.А., НЕЧУНЕЕВ Д.С., НИКОЛАЕВ Д.С., СУГЛИЦКАЯ Л.М., КУРИЦИН Д.Д., ЯКОВЛЕВ Р.В., ПЕТУНИН М.А.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одну из важнейших ролей в промышленности играет автоматизация технологических процессов. Недостатком человека являются физиологические ограничения в скорости производства. Таким образом, для замены человека в процессах, где используется визуальный осмотр используемого объекта, активно внедряют системы искусственного интеллекта. Машинное зрение — это применение одной или нескольких видеокамер в промышленной среде для автоматического анализа и проверки объектов производства на соответствие тем или иным требованиям. Параметры камеры и объектива должны соответствовать поставленной задаче. Данные, полученные с камер, обрабатываются с помощью необходимого программного обеспечения на обычном ПК или при использовании специализированного контроллера.

Работа представляет собой обзор и анализ существующих методов внедрения машинного зрения.

Перечислим цели машинного зрения [1]:

- Точный подсчёт пикселей и разделение на тёмные и светлые пиксели в объекте.
- Поиск границ объекта.
- Измерение линейных размеров объекта в миллиметрах, пикселях и дюймов.
- Распознавание геометрии объекта или сравнение их с шаблоном.
- Оптическое распознавание символов: автоматическое считывание текста.
- Проверка изображения на наличие отдельных областей, которые отличаются по своим свойствам.
- Цветовой анализ: идентификация деталей, продуктов и предметов путём использования цвета, а также оценка их качества и выявления особенностей.

Возможности автоматизации:

- управление роботами,
- базирование заготовок на станке,
- анализ детали во время обработки и после,
- сортировка деталей,
- обнаружение бракованной продукции.

Главное преимущество машинного зрения – это полная автоматизация, когда человеческий фактор полностью исключается. Инспекция с помощью машинного зрения надёжнее, чем решение той же задачи человеком, и намного производительнее.

---

Мехер, Казам Искусственный интеллект и компьютерное зрение. Реальные проекты на Python, Keras и TensorFlow / Казам Мехер, Ганджу Сиддха, Коул Анирад. - 1. - Санкт-Петербург : Питер, 2023. - 624 с.

УДК 004.942

ПАНИН М.С., КЕЧКИНА Н.И.

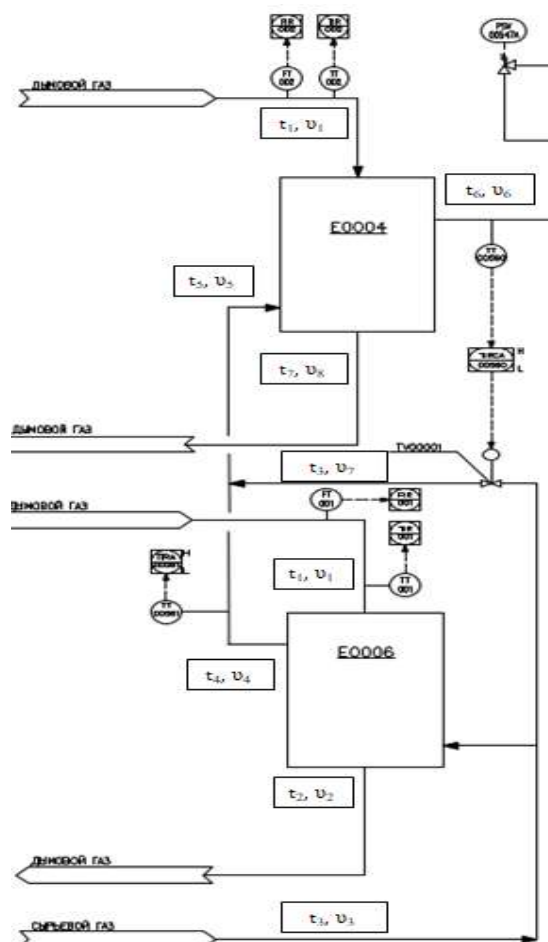
### **РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ РЕАКТОРОВ НАГРЕВА СЫРЬЕВОГО ГАЗА**

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им Р.Е. Алексеева, г. Дзержинск

В работе рассматривается нагрев сырьевого газа до заданной температуры в реакторах E0006 и E0004. Содержательное описание конструкции аппарата и протекающих в нем процессов представлено на рис. 1. Целью функционирования рассматриваемого объекта является получение газа заданной температуры.

Теплоносителем для этих реакторов является дымовой газ заданной температуры  $t_1$ . Регулирование температуры сырьевого газа осуществляется через линию байпас в обход реактора E0006. Сырьевой газ попадает в реактор E0006 и через байпас с температурой  $t_3$ . В реакторе E0006 он нагревается до температуры  $t_4$ , а далее смешивается с газом из байпаса температуры  $t_1$ . Окончательная температура сырьевого газа перед реактором E0004 устанавливается  $t_5$ . Затем, попадая в реактор E0004, газ нагревается до температуры  $t_6$ .

Исходя из цели функционирования, основной переменной состояния является температура газа на выходе из реактора E0004. Среди входных переменных, влияющих на состояние технологического процесса, выделяют начальную температуру и расход сырьевого газа на входе в реактор E0006, температуру дымового газа.



**Рис. 1. Принципиальная схема объекта**

Математическое описание является отражением физической сущности процесса со свойственными ему особенностями и ограничениями. На основе теоретического анализа физических (теплообменных) процессов, происходящих в объекте, было выполнено математическое моделирование. Разработка математической модели позволит провести дальнейшие исследования технологического объекта с целью выбора оптимальной системы управления.

УДК 67.05

ПЬЯНЗИН А.М.

## **АНАЛИЗ ПРЯМОГО И УДАЛЕННОГО МЕХАНИЗМА ПОДАЧИ ПРУТКА В FDM 3D-ПРИНТЕРЕ**

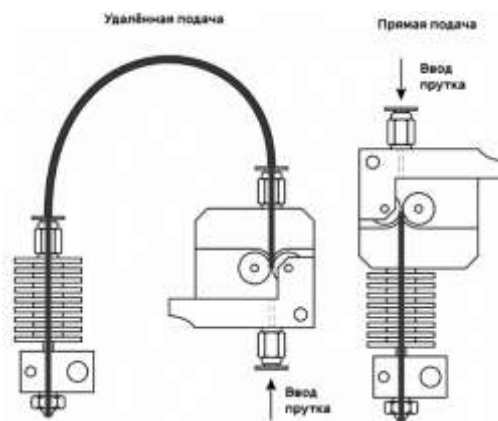
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время разработки 3D-модели с помощью системы автоматизированного проектирования (САПР) ее можно напрямую отправить на производство, без необходимости длительного процесса создания вспомогательного оборудования. Эта технология экологически чиста и снижает расход материалов, время производства и затраты на энергию. Кроме того, ассортимент материалов, которые можно использовать для 3D-печати, расширился и теперь включает в себя металлы, полимеры, керамику, композиты, пищевые продукты и бетон. Эта технология применима в различных областях, таких как медицина, архитектура, строительство, космическая промышленность и др.



Аддитивные технологии, также известные как 3D-печать, являются относительно новым методом производства, который создает деталь, наращивая материал слой за слоем. Это является основным отличием от классических методов обработки таких как фрезеровка и токарная обработка, в которых лишний материал убирается с заготовки для получения детали. Аддитивные технологии могут использовать различные материалы: полимеры, воски, металлы, композиты и керамику.

FDM (Fused Deposition Modeling) — это одна из наиболее популярных технологий аддитивного производства. В ней пруток пластика расплавляется и выдавливается, послойно создавая изделие. Одним из основных компонентов является механизм подачи прутка. Они делятся на два вида, с прямой и удаленной подачей (рис.1), которые и будет сравниваться в данной работе.



**Рис. 1. Системы подачи прутка**

В последнее время широкое распространение получают программные алгоритмы для улучшения качества изделий, такие как Linear Advance, который позволяет динамически изменять давление в сопле и, как следствие, улучшать качество геометрии, и Input Shaping, позволяющий уменьшить резонансы и улучшить качество поверхности детали. После выхода версии 2.1.1 прошивки Marlin, в котором была исправлена ошибка с поддержкой алгоритма Linear Advance, список поддерживаемого оборудования значительно вырос.

В результате сравнительного анализа не было выявлено преимуществ системы с удаленным механизмом подачи, недостатки прямой подачи компенсируются программными методами. Таким образом, предлагается использовать прямую подачу как основную.

УДК 621.3: 519.8

САВЧУК В.С., ПЛЕХОВ А.С.

## **ТЕХНОЛОГИИ И ВОЗМОЖНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ДЕФЕКТОСКОПОВ НА ФАЗИРОВАННЫХ РЕШЕТКАХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время развиваются технологии, основанные на цифровых решениях. Одной из них является использование ультразвуковых комплексов совместно с моделями фазированных решеток (ФР), которые формируют картину сплошностей материалов в поле действия звуковых волн. Это одна из передовых технологий, способных качественно повысить уровень производительности смежных областей, таких как машиностроение, металлообработка, и прокатка и сварка.

Ультразвуковые комплексы предназначены для проведения неразрушающего контроля промышленных объектов, измерения линейных размеров объектов и дефектов на

получаемых при этом цифровых изображениях, а также для обработки и архивирования полученных изображений.

Ультразвуковой дефектоскоп на фазированных решетках впервые совмещает использование классических преобразователей ФР с математической обработкой сигналов по методу цифровой фокусировки. Сбор А-сканов всех комбинаций приемных и передающих элементов (полный опрос матрицы – FMC/Full Matrix Capture) и обработка сигналов с использованием технологий полной фокусировки (TFM/Total Focusing Method) позволили отказаться от необходимости ручной фокусировки лучей оператором на различные глубины, т.к. изображение автоматически сфокусировано в каждую точку S-скана.

В условиях лаборатории неразрушающего контроля сварочных работ определены технические и технологические характеристики оборудования, реализующего технологию, и выявлены недостатки. Среди них – сложное освоение и интерпретация полученных цифровых изображений. При этом очевидно явное преимущество в отсутствии расходных материалов, а также высокая точность результатов.

В докладе обоснованы выводы о высоком качестве получаемых результатов дефектоскопии и повышенной выявляемости брака, что особенно важно на опасных промышленных объектах, где преобладают высокие давления и агрессивные среды.

С учетом полученного опыта в условиях лаборатории авторы разрабатывают интерфейсы для программного обеспечения ультразвукового дефектоскопа в целях увеличения его интуитивности. В докладе обсуждаются новые датчики для разнообразных призм цифровых матриц на элементах контроля продукта сварочного процесса.

УДК 681.2-5

СЫЧЁВ К.С., ГАЙНОВ С.И., ДОЛГОВ А.Н.

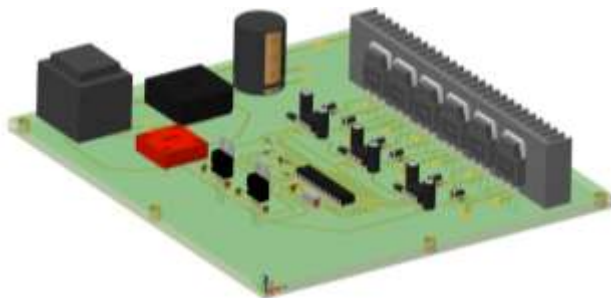
## **АНАЛИЗ ТЕПЛОВОЙ И ВИБРАЦИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА ЧАСТОТНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е.Алексеева

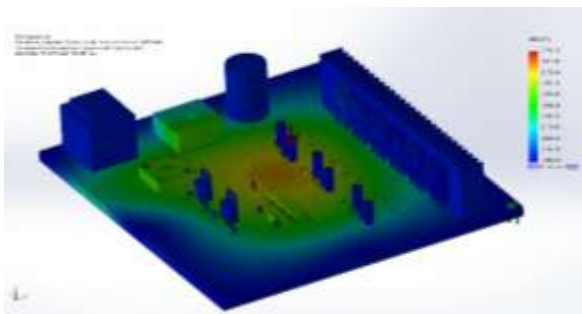
В современном мире 3D-системы инженерного анализа получили широкое распространение и стали неотъемлемой частью проектной деятельности.

На рис. 1 представлена 3D-модель электронного блока частотного преобразователя, принцип работы которого описан в [1].

В ходе проведения анализа было выявлено, что разработанный электронный блок является устойчивым к воздействию гармонических колебаний с частотой от 10 до 500 Гц и ускорением  $9,81 \text{ м/с}^2$ , из эпюры на рис. 2 видно, что максимальное перемещение происходит в центральной части печатного узла на резонансной частоте 416,89 Гц и составляет порядка 0,02 мм, что соответствует заявленным требованиям.



**Рис. 1. 3D-модель электронного блока частотного преобразователя**

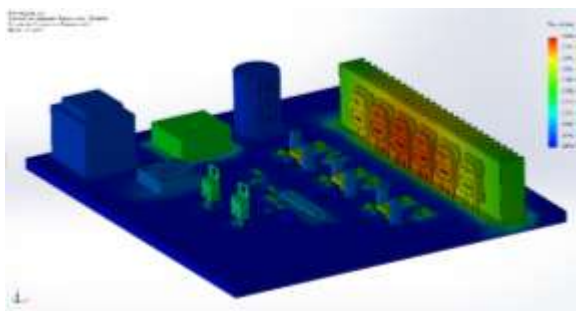


**Рис. 2. Эпюра перемещения на частоте колебаний 416,89 Гц**

На рис. 3 представлена эпюра температурных нагрузок, возникающих во время работы блока. Исходя из неё можно сделать вывод, что наиболее теплонагруженным местом является блок IGBT-транзисторов, а именно два центральных элемента с пиковой температурой в 356 К. Стоит заметить, что такой нагрев является некритичным для этого типа транзисторов, так как их рабочая температура лежит в диапазоне от 218 К до 450 К. Также исходя из эпюры можно заключить, что температура остальных элементов в режиме работы не превышала 330 К. Это говорит о том, что электронный блок является

термически устойчивым в требуемом режиме температур.

Однако при проектировании механической части данного блока рекомендуется обеспечить повышенную циркуляцию воздуха через корпус, а также применить демпфирующие элементы в точках крепления печатного узла. Это снизит до минимума влияние негативных факторов и повысит долговечность работы устройства.



**Рис. 3 Эпюра температурных нагрузок**

Сычёв К.С., Гайнов С.И., Кочетков И.Е.. Имитационная модель частотного преобразователя для управления однофазным асинхронным двигателем / Наука молодых: сборник научных статей участников XV Всероссийской научно- практической конференции (22–23 декабря 2022 г.) / отв. ред. С.В. Напалков, – Арзамас: Арзамасский филиал ННГУ, 2022.

УДК 681.2-5

СЫЧЁВ К.С., ДОЛГОВ А.Н., ГАЙНОВ С.И.

## **ЧАСТОТНЫЙ РЕГУЛЯТОР АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

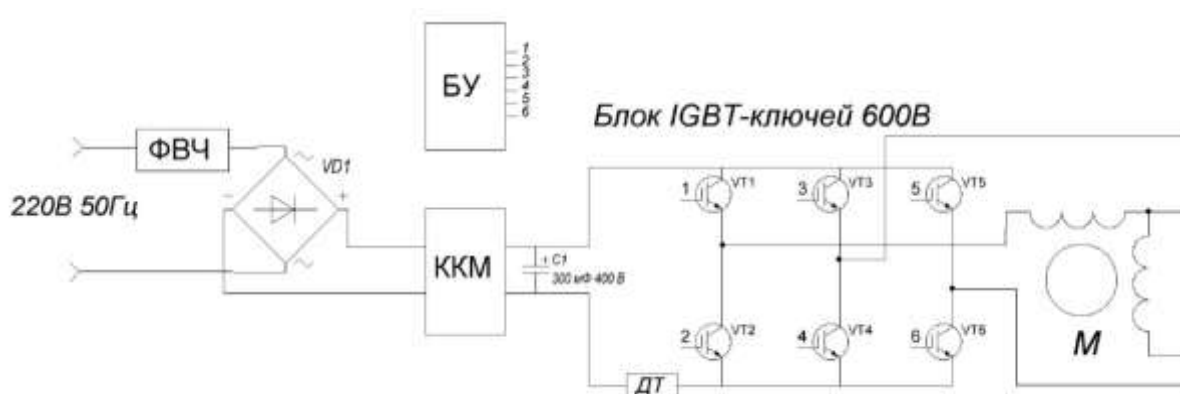
Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е.Алексеева

В современных экономических условиях вопросы, связанные с энерго- и ресурсосбережением, являются достаточно актуальными. В частности, это относится к сфере водоснабжения.

Управление подачей в системах водоснабжения осуществляется двумя основными способами: количественным (дресселирование задвижки) и качественным (частотное регулирование напора насоса).

С точки зрения энергоэффективности необходимо заметить, что при дресселировании часть напора расходуется на преодоление искусственно созданного сопротивления в задвижке, тем самым КПД системы падает, при частотном способе регулирования подачи, потери, напротив, являются минимальными.

Предлагаемое решение представляет из себя маломощный частотный преобразователь для управления однофазным асинхронным двигателем (рис. 1).



**Рис. 1. Схема маломощного частотного преобразователя**

Питание устройства осуществляется от электросети (220 В 50 Гц).

Первым звеном устройства является фильтр высоких частот (ФВЧ), необходимый для задержки импульсов и помех, возникающих в ходе работы инверторного блока. Следующим звеном является высоковольтный диодный мост (3А 400 В), необходимый для выпрямления переменного напряжения в постоянное. Далее включается блок корректора коэффициента мощности (ККМ), служащий для минимизации потерь, вызванных реактивной мощностью, и повышения активной мощности в цепи КПД системы. Следом установлен сглаживающий фильтр-конденсатор (около 300 мкФ, 400 В), служащий для фильтрации пульсаций выпрямленного напряжения. Для реализации обратной связи и отслеживания нагрузки на моторе в схеме применяется датчик тока (ДТ). Блок инвертора состоит из шести IGBT-транзисторов. За счёт изменения последовательности коммутации переключения транзисторных ключей возможно изменять частоту вращения вала двигателя. Управление последовательностью включения ключей осуществляется с помощью блока управления (БУ) на базе микроконтроллера АТmega168.

Планируется, что проектируемое устройство займет нишу на рынке однофазных частотных преобразователей с мощностью до 0,75 кВт и обеспечит необходимый функционал для массового пользователя.

#### **Библиографический список**

1. **Иванов-Смоленский, А.В.** Электрические машины: учебник для вузов в двух томах / А. В. Иванов-Смоленский. - 3-е изд., стер. - Москва: Изд. дом МЭИ, 2006- (М.: Типография "Наука" РАН). - 22 см.
2. **Суптель, А.А.** Асинхронный частотно-регулируемый электропривод: Учеб. пособие. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2000. 164 с.

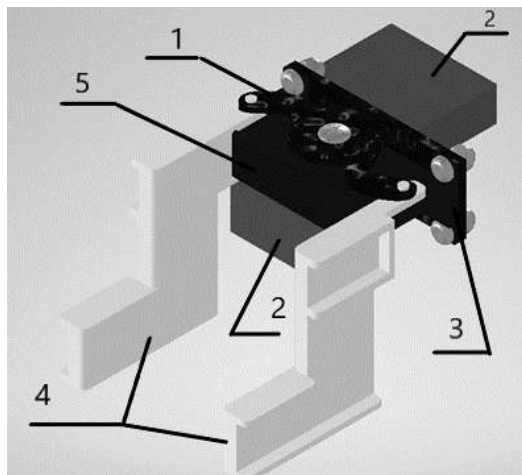
## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АКТИВНОЙ ОРИЕНТАЦИИ ДЕТАЛЕЙ В ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ЦИКЛЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В условиях современного производства автоматизация технологических процессов является признаком прогрессии, стремлением развиваться и шагать в ногу с инновационными технологиями. Введение автоматизации на производстве позволяет увеличить производительность труда, обеспечить стабильное качество выпускаемой продукции, а также сократить долю ручного труда. Для более эффективной работы на таких предприятиях выпускаемые университетом специалисты должны качественно обучаться основам автоматизированного проектирования. В докладе предлагается разработка автоматизированной системы активной ориентации деталей на лабораторном стенде, который может служить прототипом реального производственного процесса сортировки деталей.

Лабораторный стенд включает в себя два конвейерных блока, по которым перемещаются детали разных типов. На первый конвейер подается деталь, захватное устройство переносит её между конвейерными блоками, далее происходит сортировка с помощью индуктивных датчиков и деталь попадает в один из лотков, в зависимости от её типа. Для создания данной системы была проведена аналитическая работа по изучению работы лабораторного стенда, в ходе которой были выявлены проблемы, связанные с определением типа сортируемой детали. Установленный на данном стенде захватный орган не отвечал требованиям автоматической сортировки деталей, поэтому было принято заменить его на систему активной ориентации деталей, состоящую из захватного устройства и его системы управления.

Захватное устройство было смоделировано (рис.1) и изготовлено с использованием аддитивных технологий.



**Рис. 1. Захватное устройство системы активной ориентации деталей:**

1 – механизм работы лапок, 2 – сервопривод, 3 – пластина для крепления двух сервоприводов, 4 – лапки захвата, 5 – пластина для крепления лапок

Захватное устройство состоит из лапок, захватывающих деталь, пластин крепления и механизма работы лапок. Управляется захватное устройство двумя сервоприводами, первый из которых отвечает за зажимание и разжимание детали, а второй – за переворот детали для корректного определения её типа. Система управления захватным устройством состоит из

микроконтроллера Arduino и контроллера Siemens, который управляет работой лабораторного стенда.

Программное обеспечение написано на языках Arduino C для микроконтроллера и Step 7 для контроллера. Программы позволяют управлять блоком захватного устройства, а также остальными блоками лабораторного стенда.

УДК 681

УГАРОВ Н.М., КЕЧКИНА Н.И.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЕАКТОРА СМЕШЕНИЯ

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева, г. Дзержинск

Проанализировав возникающую в аппарате гидродинамическую картину потоков, в качестве типовой математической модели авторы выбрали модель идеального смешения. По данной модели поток представляется в виде непрерывной среды, которая поступает в аппарат и мгновенно распределяется по всему объему аппарата вследствие полного (идеального) перемешивания частиц потока, при этом концентрация и температура остаются постоянными во всех точках объема данного аппарата и на выходе из него [1].

При построении математического описания технологического процесса аналитическим методом можно исключить из рассмотрения малозначимые явления и процессы, сформулировав систему допущений. В работе были приняты следующие упрощающие допущения: параметры выходного потока совпадают с параметрами жидкости внутри аппарата; теплофизические свойства входных потоков, выходного потока и жидкости внутри аппарата совпадают и не зависят от температуры; потери вещества и энергии во внешнюю среду отсутствуют; плотность раствора – это сосредоточенный параметр, равный плотности раствора на выходе из аппарата, т. е. поступающий в аппарат раствор мгновенно перемешивается с остальной жидкостью; неоднородностью температуры жидкости по высоте можно пренебречь, считая этот параметр сосредоточенным.

При построении аналитических моделей химических аппаратов математическое описание сводится к составлению уравнений материального и теплового балансов системы, базирующихся на фундаментальных законах сохранения массы и энергии.

Наиболее важным показателем, отражающим совершенство химического реактора, является интенсивность протекающего в нем процесса. Главная задача – установление функциональной зависимости времени пребывания реагентов в реакторе от различных факторов. Эту зависимость можно выразить в виде уравнения:

$$\tau = f(C_0, x, r), \quad (1)$$

где  $\tau$  – время пребывания реагентов в реакторе;  $C_0$  – начальная концентрация исходного реагента;  $x$  – степень превращения исходного реагента;  $r$  – скорость химической реакции.

Уравнение, связывающее четыре указанных параметра, является математическим описанием модели реактора и называется характеристическим уравнением реактора. Исходным уравнением для получения характеристического уравнения реактора любого типа является материальный баланс, составленный по одному из компонентов реакционной смеси.

Уравнение материального баланса

$$V_A \cdot C_A + V_B \cdot C_B + \omega_p \cdot V - V_k \cdot C_k = V \cdot \frac{dC_k}{dt}, \quad (2)$$

где  $V$  – объем реактора;

$\omega_p$  – скорость химической реакции., которая описывается уравнением

$$\omega_h = k \cdot C_A \cdot C_B, \quad (3)$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности или константа скорости химической реакции.

Учитывая принятые допущения, уравнение теплового баланса примет вид:

$$|Q_{ax}| - |Q_{вых}| = |Q_p| \quad (4)$$

Разработанная математическая модель будет использована для исследования технологического объекта с целью выбора системы управления.

---

Лабутин, А.Н., Волкова, Г.В. Технологические процессы и производства как объекты управления: учебное пособие / Иван. гос. хим.-технол. ун-т.; Иваново, 2010. – С. 33 – 35

УДК 681.5

ХРЕНОВА К.В., КЕЧКИНА Н.И.

### **ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОДАЧИ ЭТИЛЕНА И МЕТАНА В ПРОИЗВОДСТВЕ ОКИСИ ЭТИЛЕНА**

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева, г. Дзержинск

Процесс синтеза окиси этилена производится в условиях метанового балласта. В качестве источника метана используется природный газ, который подается от газопроводной сети предприятия через фильтр, затем очищается от соединений серы в адсорбере и через сепаратор направляется на доочистку от серосодержащих соединений. Далее направляется либо в линию всаса этиленовых компрессоров, либо на всас компрессора метана.

Рассматриваемый технологический процесс требует контроля и управления многочисленными параметрами. В производстве окиси этилена применены средства вычислительной техники и автоматизации на уровне АСУТП. Стоит отметить, что на данный момент в большей степени используется оборудование зарубежных производителей. Данный факт влечет за собой значительное удорожание, затруднения масштабирования производства и обучения персонала.

Основной целью применения АСУТП является повышение надежности и безопасности ведения технологического процесса и его экономической эффективности. Система автоматизации подачи этилена и метана в производстве окиси этилена должна выполнять следующие функции [1]:

1) управляющие функции – стабилизация технологических параметров, обеспечение постоянного значения, заданного регламентом; осуществление блокировок при возникновении аварийных ситуаций и некорректных действиях оперативного персонала;

2) информационные функции: централизованный сбор и обработка информации о протекании технологического процесса путем считывания ее с средств измерений и последующей обработкой; представление оператору информации о текущих значениях технологических параметров; предупредительная и аварийная световая и звуковая сигнализации;

3) вспомогательные функции: регистрация действия оперативного персонала; архивирование полученной информации.

Для выполнения перечисленных функций АСУТП необходимо взаимодействие следующих ее составных частей: технического, программного, информационного и организационного обеспечений, а также оперативного персонала.

Техническое обеспечение АСУТП представляет собой совокупность (комплекс) технических средств, в состав которой входят вычислительные и управляющие устройства;

средства получения (датчики), преобразования, хранения, отображения и регистрации информации; устройства передачи сигналов и исполнительные устройства.

В работе предлагается реализовать трехуровневую АСУТП, на нижнем уровне (уровень оборудования и полевой автоматики) которой сосредоточены измерительные устройства и исполнительные механизмы; на среднем уровне (уровень технологического управления) – программно-логический контроллер с запрограммированным алгоритмом управления и на верхнем уровне (уровень диспетчерского управления) – станция оператора на базе ЭВМ, с предустановленным программным обеспечением (SCADA-система).

Функции между контроллером и ЭВМ распределены следующим образом: контроллер последовательно выполняет технологические операции; ЭВМ выполняет функции регистрации, индикации, сигнализации и визуализации процесса.

---

Втюрин, В.А. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Программно-технические комплексы: учебное пособие / В.А. Втюрин. – Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2007. – 232 с. – Текст: электронный//Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/60870> (дата обращения: 28.04.2023).

УДК 681.5

ЯРЕМЧУК Д.Д., ФЕДОСОВА Л.О., ЗОЛОТОВ А.В.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД НА БАЗЕ ПЛК ДЛЯ ОТРАБОТКИ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

В настоящее время без программируемых логических контроллеров (ПЛК) невозможно представить автоматизированное производство. ПЛК являются основой автоматизации технологических процессов. Крупнейшие отечественные и зарубежные производители ПЛК предлагают в настоящее время мощные комплексы для разработки и отладки программ с поддержкой стандартных языков, соответствующих МЭК 61131. В последние годы наметилась тенденция приоритетного использования отечественных разработок в области автоматизации. Тем не менее, средства автоматизации крупных зарубежных производителей по-прежнему остаются популярны, кроме того, нередкой является ситуация, когда отечественных аналогов какой-либо аппаратуры на настоящий момент не существует. Сегодня инженеру приходится решать широкий круг задач автоматизации на производствах разных уровней и для успешного их решения требуются универсальные знания как широкого круга аппаратных средств автоматизации, средств контроля, исполнительных элементов, так и программных комплексов.

С уходом с российского рынка крупнейших мировых производителей, таких как Siemens AG, Rockwell Automation, Schneider Electric, для отечественных компаний возникла уникальное окно возможностей. Одной из таких является «Овен» — российский разработчик и производитель моноблочных ПЛК, предназначенных для управления малыми, средними, локальными и распределительными системами в проектах по автоматизации производства и технологических процессов.

Процесс разработки и отладки программного обеспечения производится при помощи специализированных программ, обеспечивающих комфортную среду для работы программиста. Одной из таких сред является CoDeSys 2.3, позволяющая составлять программы в виде функциональных блоков (FB), релейно- контактной схемы (LD), структурированного текста (ST) и др. Кроме того, CoDeSys 2.3 обладает широкими



возможностями визуализации процессов, протекающих в объекте управления, предоставляющие возможность создать модель объекта управления и проводить отладку проекта без приготовления средств имитации.

Чтобы тщательно разобраться в сфере автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП), необходимо вариативное готовое решение, способное предоставить явную картину проделанной работы с ПЛК, возможность проверить и проанализировать свои достижения.

Для отработки навыков программирования нижнего (датчики, исполнительные механизмы) и верхнего уровня (уровень автоматизированного оперативного управления) АСУ ТП предлагается использование автоматизированного учебного стенда. Основная задача данного стенда – интерактивное обучение. Учащийся напрямую взаимодействует с полученным опытом в сфере программирования ПЛК. Стенд оснащен техническими средствами обнаружения объектов (емкостные, индуктивные, оптические датчики), блоком управления на базе НМІ и исполнительными элементами (пневмоцилиндры) для отработки простейших, и не только, алгоритмов.

---

**О.И. Максимычев.** Программирование логических контроллеров (PLC): учебное пособие / О.И. Максимычев, А.В. Либенко, В.А. Виноградов. – М.:МАДИ, 2016. – 188 с.

УДК 005.51

АРШУНИНА М.Г.

### **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ IT-ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ БЮДЖЕТИРОВАНИЕМ**

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

Бюджетирование на предприятии используется в качестве основного инструмента увеличения прибыли и сокращения издержек. Для крупной компании со сложной филиальной структурой составление нескольких вариантов бюджета становится трудоемким процессом. Система бюджетирования крупных компаний взаимодействует с системой стратегического планирования и системой управленческой отчетности (прогноз, план, факт).

В рамках осуществления инвестиционной деятельности компании формируется план финансирования капитального строительства на год, а также прогноз финансовых показателей на среднесрочный период. При этом возникает потребность в моделировании отдельных показателей плана по различным сценариям реализации инвестиционной программы и необходимости перераспределения лимитов финансирования между статьями бюджета.

Основными проблемами, которые невозможно исключить без применения специализированных решений для автоматизации бюджетирования, являются: обработка больших объемов данных из различных источников в табличных редакторах; невозможность отражения изменений в управленческом учете после изменений в бухгалтерском учете из-за потери связи с хозяйственными операциями; отсутствие синхронизации действий между филиалами, обособленными подразделениями и дочерними компаниями.

Необходимым условием эффективности применения цифровых технологий является реализация «бесшовного» порядка обмена информацией, сведениями, документами и материалами об объекте капитального строительства. Информационными технологиями, используемыми для решения важных для автоматизации бюджетирования задач, являются: системы исходных данных (системы учета, ERP-системы), ETL-инструменты, хранилища данных (обычные и OLAP-кубы), BI-системы, EPM-системы. В настоящее время EPM и BI функции могут включаться в качестве модулей в ERP-системы.

Функционал современных ERP-систем включает учетную систему; конструкторы отчетов; функции оперативного контроля планов и базовые возможности их ввода, но не включает возможность сбора данных из множества распределенных источников, построение кубов и гибкой интерактивной аналитики. С использованием автоматизированных систем нового поколения, построенных на принципах управления эффективностью предприятия

(ЕРМ) можно решать задачи согласованного бизнес-планирования и координации усилий различных подразделений для формирования плана на год на основании стратегических приоритетов компании.

Создание инструмента для планирования финансирования капитального строительства на базе модулей ERP-систем «Управление инвестиционными проектами» головной и дочерних компаний, а также генерального подрядчика с возможностью формирования бюджетных показателей проекта исходя из движения денежных средств и бюджетов доходов и расходов в рамках договоров, и использования фактических данных бухгалтерского учета посредством их интеграции позволит повысить эффективность бизнес-процессов планирования финансирования и организации расчетов по капитальному строительству.

---

**Еремин Н.А., М.А. Королев М.А., Степанян А.А, Столяров В.Е.** Особенности цифровой трансформации активов при реализации инвестиционных нефтегазовых проектов//Газовая промышленность. 2019. № 4 (783) – с. 108-119.

УДК 658.511.3

БАЛАБИН М.П., КУРБАКОВ А.В.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ РЕСУРСАМИ И СНИЖЕНИЯ ИЗДЕРЖЕК**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева,  
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Оптимизация процессов управления производственными ресурсами является одним из важных аспектов современного производства, направленных на повышение эффективности и снижение издержек. С ростом сложности и масштабов производственных операций, внедрение новых технологий становится необходимым, чтобы оставаться конкурентоспособными на рынке. Одной из таких технологий являются нейросети, которые стали мощным инструментом в ряде отраслей, включая производство.

Одним из ключевых аспектов современного производства является способность адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям и оперативно реагировать на изменения спроса со стороны клиентов.

Применение нейросетей в процессе управления производственными ресурсами позволяет анализировать большие объемы данных о рыночной ситуации, предсказывать изменения спроса и оптимизировать распределение ресурсов в режиме реального времени.

Конечная реализация нейросетевой модели для управления производственными ресурсами может варьироваться в зависимости от конкретных условий производства и требований бизнеса. На основе подготовленных данных выбирается подходящая архитектура нейросети, такая как рекуррентные нейронные сети (RNN), сверточные нейронные сети (CNN), или комбинация различных типов сетей. Затем модель обучается на подготовленных данных, чтобы научиться оптимизировать производственные процессы, учитывая ограничения, такие как локальные регуляции, экологические нормы и другие факторы [1].

После обучения модели ее можно интегрировать в реальные производственные процессы. Это может включать создание программного интерфейса (API), который будет взаимодействовать с другими системами управления производством, такими как системы управления производственными линиями, системы планирования производства (ERP) и другими. Модель может принимать входные данные о текущем состоянии производства и выдавать рекомендации или управлять ресурсами, такими как сырье, энергия, рабочая сила и

др., в режиме реального времени, чтобы оптимизировать производственные процессы и снизить издержки.

Нейросетевая модель должна быть постоянно обновляться, чтобы оставаться актуальной и эффективной. Может потребоваться анализировать данные о реальных производственных процессах, чтобы оценить производительность модели и ее соответствие поставленным целям. Если необходимо, модель может быть переобучена на новых данных или настроена на основе новых бизнес-требований.

Таким образом, нейросети могут быть интегрированы в производство путем сбора данных, обучения модели на этих данных, интеграции модели в производственные процессы, мониторинга и оптимизации ее работы, обучения персонала и постепенного масштабирования на другие производственные единицы компании. Это может привести к снижению затрат на производство, улучшению качества продукции и повышению эффективности использования ресурсов, что в конечном итоге может положительно влиять на бизнес-показатели компании.

---

Che, Z., Purushotham, S., Cho, K., Sontag, D., Liu, Y. Recurrent neural networks for multivariate time series with missing values // Scientific reports. - 2017. - №7(1). - С. 1-12.

УДК 339.138

БУРЗИЛОВА Д.Д., МУРАШОВА Н.А.

## **МАРКЕТИНГ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: ПРОБЛЕМЫ, ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Маркетинг инновационной деятельности – это процесс создания и продвижения инновационных продуктов и услуг. Он ставит перед собой задачи, связанные с исследованием рынка и определением потребностей клиентов, разработкой эффективной маркетинговой стратегии и рекламной кампании, мониторингом и анализом результатов. При этом важно отметить, что маркетинг инновационной деятельности может быть очень дорогостоящим и рискованным, так как новые продукты обычно требуют внушительных инвестиций в исследования и разработку, а также серьезных усилий и ресурсов для того, чтобы убедить клиентов в необходимости их приобретения. Как и любой другой процесс, маркетинг инновационной деятельности сталкивается с рядом проблем, перечисленных далее:

1. Недостаток информации. В то время как потребители могут быть заинтересованы в новых продуктах или услугах, они могут просто не знать об их существовании на рынке. Одна из главных проблем в маркетинге инновационной деятельности – необходимость грамотного и эффективного информирования потенциальных потребителей о новинках.

2. Неопределенность результатов. Инновационные продукты и услуги могут не иметь определенных результатов. Компании и инвесторы, которые вкладываются в инновации, понимают, что, может быть, конечный результат разработки не найдет отклика среди целевой аудитории, не будет удовлетворять их потребности или не будет достаточно прибыльным.

3. Высокий уровень риска. Инвестирование в инновационную деятельность и маркетинг ее продуктов и услуг обычно тесно связано с высоким уровнем риска. Производство новых товаров является дорогостоящим вложением, что может привести к большим финансовым потерям, если продукты не будут приносить доход.

4. Эффективность маркетинга. Продвижение новой продукции – сложный, часто неэффективный процесс, ведь потребитель уже привык к товарам установленных, известных брендов. Компании часто вынуждены тратить большие суммы денег на маркетинг инновационной продукции, чтобы повысить ее узнаваемость на рынке.

5. Высокий уровень конкуренции. Сегодня организации вынуждены сражаться на покупателя, и это сильно усложняет процесс продвижения на рынке. Если компания не может предложить уникальное решение или привлечь значительное количество клиентов, это может привести к тому, что продукты не будут пользоваться спросом.

Данные проблемы являются вполне решаемыми посредством использования инструментов планирования объема инвестиций в маркетинговую деятельность, разработки уникального торгового предложения, подробных исследований потребностей клиентов, реализации стратегической работы с социальными сетями и создания комьюнити вокруг бренда, товара или услуги. Своевременное решение возникающих проблем позволит компаниям грамотно привлекать большее количество целевой аудитории и превращать ее в клиентов, создавать новые рынки, повышать свою конкурентоспособность, улучшать репутацию, развивать новые технологии и своевременные решения.

Таким образом, инновационная деятельность – это неотъемлемая часть бизнеса, один из ключей к успеху на современном рынке. Поэтому, при правильном подходе к маркетингу и инновациям, можно добиться огромного успеха.

---

Митяков, С.Н. Цифровая экономика: новые вызовы системы образования / С.Н. Митяков, О.И. Митякова, Н.А. Мурашова // Инновации, -2019. – №11.

УДК 336.763.2

БУРМИСТРОВА А. Ю.

## **О ВЫБОРЕ АКЦИЙ НА РОССИЙСКОМ ФОНДОВОМ РЫНКЕ В 2023 Г.**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время российском фондовом рынке акции многих компаний сильно упали в стоимости. Такая ситуация – это возможность входа на рынок, так как компании недооценены и обладают большим потенциалом роста, а кроме этого, уже начинают отыгрывать свои падения. В краткосрочной перспективе привлекательно инвестирование в акции сырьевых компаний, которые только выиграют от ослабления курса рубля [1].

Экономическая современная ситуация оказала пагубное воздействие на темпы роста акций компаний высокотехнологического сектора. При этом фондовый рынок прогнозирует рост акций компаний высокотехнологического сектора в 2023 г. Это связано с цифровизацией рынка. Компании, разрабатывающие и внедряющие технологии искусственного интеллекта (ИИ), увеличивают прибыль, повышая свою инвестиционную привлекательность. Применение технологий ИИ позволили более 85% пользователям сократить эксплуатационные расходы [4]. Экономический эффект от внедрения технологий ИИ Сбербанком в 2020 г. составил 100 млрд руб. [5]. В апреле этого года «Сбер» запустил новую версию генеративной модели Kandinsky 2.1., которая за четыре месяца увеличила аудиторию до 1 млн уникальных пользователей [6].

Однако период восстановления секторов реальной экономики от действия санкций займет достаточно много времени. Поэтому долгосрочные стратегии инвестирования будут наиболее прибыльными.

### **Библиографический список**

1. Самые перспективные российские акции в 2 квартале 2023 года. Мнения инвесткомпаний // Тинькофф Журнал. [Электронный ресурс]. – URL: <https://journal.tinkoff.ru/news/best-rus-shares-2q2023/>
2. Внедрение искусственного интеллекта: как государство поддерживает отрасль // РБК. [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.rbc.ru/technology\\_and\\_media/21/11/2022/6373b9d99a7947fa230d041d](https://www.rbc.ru/technology_and_media/21/11/2022/6373b9d99a7947fa230d041d).
3. В России начали выдавать гранты на коммерциализацию технологий искусственного интеллекта // Министерство экономического развития Российской Федерации: [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.economy.gov.ru/material/news/v\\_rossii\\_nachali\\_vydavat\\_granty\\_na\\_kommercializaciyu\\_tehnologiy\\_iskusstvennogo\\_intellekta.html6](https://www.economy.gov.ru/material/news/v_rossii_nachali_vydavat_granty_na_kommercializaciyu_tehnologiy_iskusstvennogo_intellekta.html6).

УДК 336

НИКИТИН Р.Ю., КОРНИЛОВ Д.А.

### **РИСК И ДОХОДНОСТЬ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

При выборе вариантов инвестирования всегда обращают внимание на соотношение риска и доходности. Инвестиции в более рискованные проекты предполагают дополнительную компенсацию в виде повышения требований к доходности [1]. Выбор вариантов инвестирования зависит от целей, отношения к риску и доходности, квалификации инвестора. В данной статье рассмотрим варианты инвестирования в облигации. Это более консервативный вариант инвестирования по сравнению с акциями, которые обычно более волатильны. Денежные потоки по облигациям более стабильны, а основные риски связаны с возможным дефолтом эмитента. Но при этом следует учитывать ограничения по доходности, которая напрямую или косвенно зависит от изменения ключевой ставки и инфляции (особенно это характерно для «Флоатеров» (облигации с плавающей ставкой купона [2]) и «Линкеров» (облигации с индексированным номиналом, предназначены для сохранения вложений от инфляции).

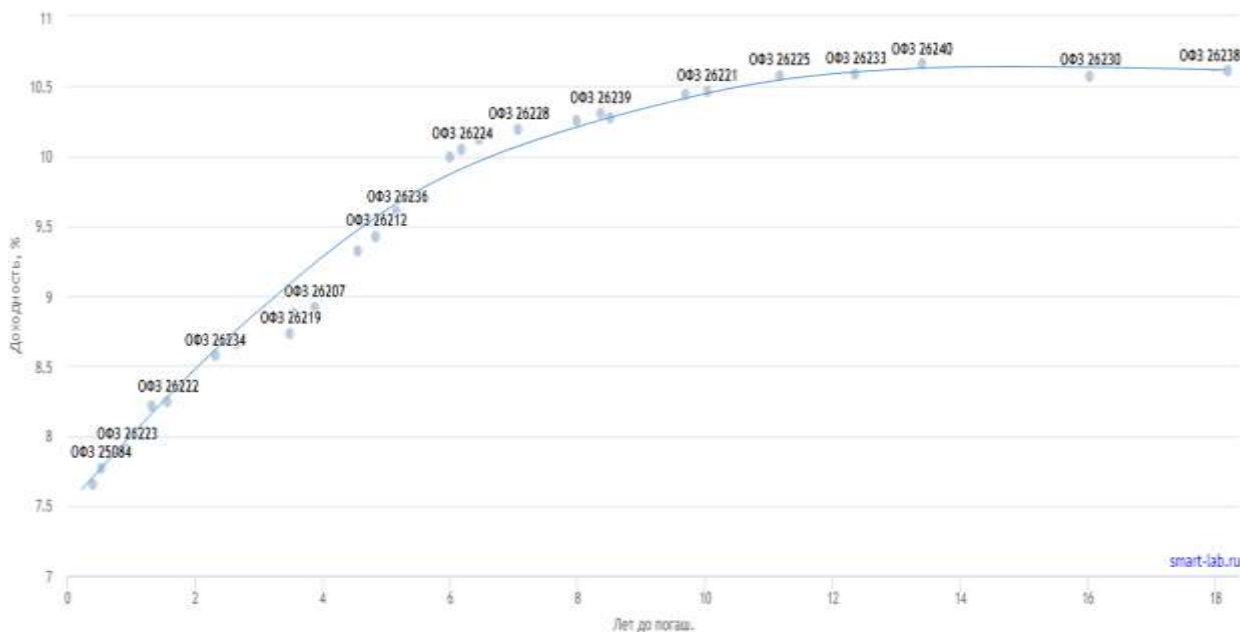
Риски инвестирования в облигации зависят от надежности эмитента и срока инвестирования. Рейтинговые агентства при оценке кредитного качества эмитентов и отдельных выпусков облигаций присваивают кредитные рейтинги. Среди крупнейших международных агентств («Большая тройка») можно выделить: Standard & Poor's, Moody's и Fitch. С апреля 2022 года эти агентства отозвали абсолютно все рейтинги, присвоенные российским эмитентам. Российские рейтинговые агентства аккредитовываются Банком России. Сейчас в реестр аккредитованных в РФ входят 4 агентства: Эксперт РА, Национальное Рейтинговое Агентство (НРА), Аналитическое Кредитное Рейтинговое Агентство (АКРА), Национальные Кредитные Рейтинги (НКР). Процесс оценки и определения рейтинга у российских агентств осуществляется быстрее и дешевле, а также учитывает специфику ведения бизнеса.

Зависимость доходности облигаций от срока обращения рассмотрим на примере ОФЗ с постоянным купоном (ОФЗ-ПД). По графику видно, что доходность увеличивается при увеличении срока до погашения. Это связано с увеличением различных видов рисков на длинном горизонте инвестирования.

Проблемы в экономике и риски финансового кризиса приводят к инверсии доходности облигаций. В результате искажается естественная зависимость доходности облигаций от срока до их погашения. Эта зависимость становится обратной на всей кривой доходности

или на отдельных её временных участках. При инверсии доходность краткосрочных облигаций превышает доходность долгосрочных.

Если рассмотреть аналогичные графики (рис. 1) по замещающим облигациям, корпоративным облигациям (без ВДО), по высокодоходным облигациям (ВДО), то зависимость доходности к погашению от срока до погашения начинает искажаться за счет более значительного влияния рисков эмитентов, которые связывают с низкими кредитными рейтингами [3]. Риск выше у небольших и малоизвестных компаний, у компаний с большой долговой нагрузкой, учитываются отраслевые и региональные риски. Для российских компаний можно выделить отдельную группу рисков, связанных с санкциями.



**Рис. 1. Зависимость доходности к погашению ОФЗ-ПД от срока до погашения**

### *Библиографический список*

1. Корнилов Д.А., Бардаков А.А. Какие факторы повлияли на российский фондовый и валютный рынок в начале 2022 года? // Развитие и безопасность. 2022. № 2 (14). С. 66-79. DOI: 10.46960/2713-2633\_2022\_2\_66.
2. Банк России. Динамика индекса и срочной версии RUONIA. URL: [https://cbr.ru/hd\\_base/ruonia/sv\\_ruonia/](https://cbr.ru/hd_base/ruonia/sv_ruonia/) (дата обращения: 30.03.2023).
3. Бардаков А.А., Корнилов Д.А. Анализ подходов к системам показателей, характеризующих финансовую устойчивость хозяйствующего субъекта // На страже экономики. 2022. № 2 (21). С. 16-24. DOI: 10.36511/2588-0071-2022-2-16-24.

УДК 330

КРЮКОВА Т.М., САФРОНЕНКО А.А.

### **ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ФИНАНСОВОЙ СФЕРЕ: АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЫНКА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На современном этапе развития финансовая сфера приобретает лидирующие позиции, становится все более сложной и требует быстрой и точной обработки данных, а использование искусственного интеллекта (ИИ) позволит решить эти задачи. Использование

ИИ в финансовой сфере может иметь широкое применение в реальной жизни, как для инвесторов, так и для других направлений финансового управления. Например, создание «умных» инвестиционных портфелей на основе ИИ может быть полезным для тех, кто не имеет достаточного опыта или знаний в инвестировании.

Одним из примеров использования ИИ в финансовой сфере является анализ финансовых новостей. ИИ может быстро обработать огромные объемы новостей [1] и определить, какие события могут повлиять на рынок. Например, ИИ может обнаружить новость о том, что крупная компания планирует выпустить новый продукт, и предсказать, что акции этой компании вырастут в ближайшее время. В финансовую сферу начинают активно внедряться интеллектуальные роботы-консультанты [2], они могут общаться с клиентами и помогать им принимать инвестиционные решения на основе анализа данных, быстро анализируют портфель клиента, предлагают оптимальные инвестиционные решения.

Прогнозирование рынка является одним из наиболее важных аспектов использования ИИ в финансовой сфере. С помощью ИИ можно создавать модели, которые прогнозируют изменения на рынке и помогают инвесторам принимать решения о покупке или продаже акций. Например, некоторые компании используют ИИ для прогнозирования цен на нефть, золото и другие товары, которые влияют на финансовые рынки.

Одним из примеров использования ИИ для прогнозирования рынка является создание алгоритмов торговли на основе машинного обучения. Эти алгоритмы могут анализировать большие объемы данных и принимать решения о покупке или продаже акций на основе анализа рынка. Некоторые компании, например «AI-Screener» [3], уже используют такие алгоритмы для торговли на фондовых биржах.

Одним из главных преимуществ использования ИИ в финансовой сфере является возможность анализировать большие объемы данных и выявлять в них закономерности, которые невозможно было бы обнаружить при анализе данных вручную. Это позволяет финансовым институтам принимать более обоснованные инвестиционные решения и управлять портфелями более эффективно.

Однако использование ИИ в финансовой сфере также имеет свои недостатки. Одним из них является возможность ошибок в прогнозировании рынка. Несмотря на то, что ИИ может анализировать большие объемы данных, он все еще не может предсказывать будущее с 100% точностью. Кроме того, использование ИИ в финансовой сфере может привести к потере рабочих мест [4]. Некоторые задачи, которые ранее выполняли люди, теперь могут быть выполнены с помощью ИИ. Это может привести к сокращению штата компаний и увеличению безработицы.

### ***Библиографический список***

1. <https://elibrary.ru/item.asp?id=48197381> (дата обращения 29.05.2023 г.)
2. <https://habr.com/ru/companies/iticapital/articles/230235> (дата обращения 29.05.2023 г.)
3. <https://www.finam.ru/landings/ai-screener/> (дата обращения 29.05.2023 г.)
4. Аверкин М.Г., Крюкова Т.М. «Новая» промышленная политика как способ реализации политики протекционизма и развития сферы исследования и новейших технологий в международном экономическом пространстве в современных условиях / Прикладные экономические исследования. 2015. № 8. С. 32-35



## **РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБЕСПЕЧЕНИИ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Цифровая сфера в современном мире стала неотъемлемой частью нашей жизнедеятельности, а информация выступает основным активом. Кибербезопасность стала приоритетной задачей для предприятий и государств, которые используют различные технологии для защиты своих систем и данных. Искусственный интеллект (далее ИИ) может играть ключевую роль в обеспечении кибербезопасности. ИИ имеет большой потенциал для защиты от киберугроз. Он может быстро обрабатывать огромные объемы данных и находить угрозы, которые могут остаться незамеченными при ручном анализе. ИИ может обучаться на основе предыдущих атак и использовать полученные знания для защиты от будущих угроз.

Одним из примеров использования искусственного интеллекта в кибербезопасности является система обнаружения вторжений. Эта система использует ИИ для анализа трафика на сети и обнаружения необычных паттернов поведения, которые могут указывать на наличие вредоносных программ или хакерских атак. ИИ может анализировать большие объемы данных, чтобы определить, какие паттерны поведения являются нормальными, а какие – нет.

Еще одним примером использования искусственного интеллекта в кибербезопасности является система анализа уязвимостей. ИИ может анализировать код приложений и определять, где могут быть найдены уязвимости [2]. Это позволяет разработчикам программного обеспечения быстро находить и устранять уязвимости до того, как они будут использованы злоумышленниками.

На данный момент существует большое количество программных продуктов, использующих ИИ для обеспечения кибербезопасности. Одним из них является современная платформа для защиты сайтов «Nemesida WAF», которая использует модуль машинного обучения «Nemesida AI». Такой модуль позволяет сократить до 0.01% количество ложных срабатываний, повысить точность определения до 99.98%, выявлять атаки методом перебора и новые векторы с учетом совокупности признаков атаки и прецедентной базы [1].

Одним из ключевых преимуществ использования ИИ в кибербезопасности выступает возможность быстрого обнаружения и реагирования на угрозы. ИИ может обрабатывать огромные объемы данных и находить угрозы, которые могут остаться незамеченными при ручном анализе. Это позволяет защитить организации и государства от потенциальных атак и сократить риски для бизнеса и национальной безопасности.

Использование ИИ в кибербезопасности имеет недостатки, например, возможность ложных срабатываний на нормальные паттерны поведения, которые приводят к ложным тревогам и ненужным затратам. Также разработка и поддержка ИИ-систем требует значительных инвестиций, что ограничивает их доступность для малых и средних организаций. Но преимущества использования ИИ в кибербезопасности перевешивают недостатки и будут приобретать лидирующие позиции в борьбе с киберугрозами.

### *Библиографический список*

1. **Nemesida, AI** - модуль машинного обучения Nemesida WAF // Nemesida FAW URL: <https://nemesida-waf.ru/about/4578> (дата обращения 29.04.2023 г.)

2. **Крюкова, Т.М.** Управление конкурентоспособностью промышленных предприятий и предприятий ОПК на основе вовлечения в хозяйственный оборот объектов интеллектуальной собственности.

УДК 658.148

КРЮКОВА Т.С.

## **ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА ДОХОДНОСТЬ ОБЛИГАЦИЙ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАЙМА**

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Облигации федерального займа (ОФЗ) – рублёвые облигации, выпускаемые Министерством финансов Российской Федерации [3].

На фондовом рынке обращаются 4 вида облигаций федерального займа:

- 1) облигации федерального займа с индексируемым номиналом (ОФЗ-ИН). Номинальная цена ОФЗ-ИН меняется под действием изменения индекса потребительских цен (ИПЦ) на товары и услуги в РФ;
- 2) облигации с переменным купоном (ОФЗ-ПК). В течение срока обращения облигации купонный доход может меняться в зависимости от среднего значения ставки RUONIA (процентная ставка, по которой крупные банки выдают друг другу кредиты на один день);
- 3) облигации федерального займа с амортизацией долга (ОФЗ-АД). Периодическое погашение основной суммы долга;
- 4) облигации федерального займа с постоянным доходом (ОФЗ-ПД) отличается фиксированным купоном за весь срок обращения.

Анализ исследований отечественными специалистами, рынка облигаций федерального займа позволил выявить основные факторы, влияющие на их доходность:

- 1) дюрация (период до полного погашения облигации). Рост дюрации повышает доходность;
- 2) периодичность выплаты купонного дохода (в основном проценты выплачиваются владельцам ценных бумаг с периодичностью один раз в мес. или квартал, или в год.). Частота выплат купонного дохода повышает доходность ОФЗ [2];
- 3) макроэкономические показатели: изменение ключевой ставки; изменение инфляции или ИПЦ; изменение ставки РЕПО. Улучшение макроэкономических показателей снижает доходность и уменьшает волатильность ОФЗ (особенно долгосрочных ставок) [1];
- 4) стоимость, приобретения ценных бумаг. Если по сравнению с ценой приобретения цена выросла, то её можно продать раньше срока и получить доход в размере выше запланированного [2];
- 5) проводимая страной монетарная (денежно-кредитная) политика (контроль денежной массы). Прирост денежной базы в стране положительно влияет на доходность ОФЗ [1].

Таким образом, в результате исследования установлены основные характеристики, воздействующие на уровень доходности ОФЗ, и систематизировано влияние факторов на изменение доходности гособлигаций.

### *Библиографический список*

1. **Алкина, И.И.** Факторы, оказывающие влияние на доходность облигаций федерального займа в России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2019. – Т. 15, N 8. – С. 1406 – 1423.
2. **Ассонова, А.В.** Формирование портфеля ОФЗ с дюрацией 3-6 лет и оценка его реальной доходности. // Молодежь и наука: шаг к успеху.

3. Берзон, Н.И. и др. Облигации федерального займа // Фондовый рынок / Под ред. проф. Н.И. Берзона: Учеб. пособие для вузов экономического профиля. – М.: Вита-Пресс, 1998. – С. 271-277.

УДК 658.5

МАННОВА А.В., ХАЗОВА Вик.И.

## ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИМИ ПРОЕКТАМИ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

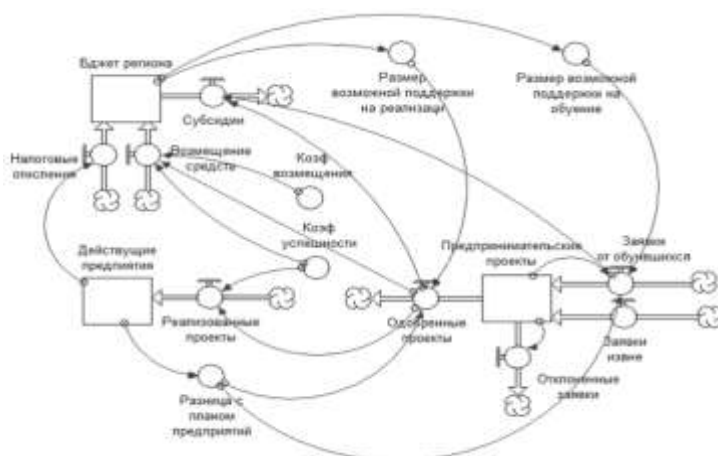
Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Одним из наиболее важных показателей, который отражает уровень развития региона, является объём бюджета, формирующийся из налоговых отчислений. Именно здесь уровень развития предприятий и предпринимательской деятельности играет важную роль. Но на данный момент существует проблема, заключающаяся в том, что уровень предпринимательской активности (удельный вес предпринимателей в общей численности экономически активного населения) не изменяется или снижается, что ведёт к снижению количества действующих предприятий и препятствует дальнейшему развитию региона [1].

Для детального анализа данной проблемы и поиска её причин были использованы методы теории ограничений систем (ТОС) и SADT-моделирование [2]. В первом случае были рассмотрены факторы, которые влияют на развитие предпринимательской деятельности в регионе, во втором – функционирующий на данный момент процесс организации предпринимательской деятельности. В ходе анализа выявлена причина стагнации предпринимательской активности – инфраструктура поддержки бизнеса реализуется не в полном объёме. Основными источниками данной причины являются низкий уровень взаимодействия предпринимателей с действующей инфраструктурой поддержки, а также недостаточное финансирование предпринимательских проектов.

В качестве решения данной проблемы предлагается создание цифровой платформы для управления предпринимательскими проектами на уровне региона. Внедрение данного решения позволит создать доступную бизнес-среду с возможностью организации онлайн-обучения будущих предпринимателей. Это также позволит развить партнёрскую сеть и получать обратную связь для оптимизации действующей программы поддержки.

Для проверки эффективности внедрения данного решения была создана имитационная модель процесса управления предпринимательской деятельностью в регионе на основе методов системной динамики с использованием программного продукта *iThink* (рис. 1) [3].



**Рис. 1. Имитационная модель процесса управления предпринимательской деятельностью в регионе**

Внедрение цифровой платформы обеспечивает постоянный приток предпринимательских проектов (элемент «заявки от обучившихся» и «заявки извне»), что ведёт к постоянному увеличению значений основных элементов системы («действующие предприятия», «бюджет региона»). Даже если показатели одного из основных элементов модели снижаются, система всё равно остаётся устойчивой и действует по принципу «усиливающей петли», пока не будут достигнуты установленные плановые показатели.

Таким образом, внедрение решения на основе концепций цифровизации позволит существенно повысить эффективность имеющейся инфраструктуры поддержки, что в свою очередь позитивно скажется на уровне развития региона в целом.

### ***Библиографический список***

1. Крутиков В.К. Региональное управление и территориальное планирование. Учебно-методическое пособие / Ю.В. Зайцев, Т.В. Дорожкина, О.И. Костина, О.В. Федорова. – Калуга: «Ваш домЪ», 2015. – 180 с.
2. Запорожцев А.В. Системный подход к инженерии: учеб. пособие / А.В. Запорожцев; Нижегород. гос. техн. ун.-т. им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2020. – 195с.
3. Шервуд Д. Видеть лес за деревьями: Системный подход для совершенствования бизнес-модели / Д. Шервуд– М.: Альпина Пабл., 2016. – 341 с.

УДК338.12.2(7)

МАНСУРОВ Р.Ш.

## **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ФОНДА ЦЕЛЕВОГО КАПИТАЛА НИЖЕГОРОДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современных условиях хозяйствования Фонды целевого капитала некоммерческих организаций являются одним из перспективных и успешных инструментов долгосрочного развития вузов в условиях открытой конкуренции.

Фонд целевого капитала Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (ФЦК НГТУ) был зарегистрирован 24 декабря 2018 года, без ограничения срока деятельности.

ФЦК НГТУ является специализированной организацией по управлению целевым капиталом — не имеющей членства некоммерческой организации, созданной в организационно-правовой форме фонда в соответствии с Федеральным законом от 12.01.1996 г. №7-ФЗ «О некоммерческих организациях» и Федеральным законом от 30.12.2006 г. № 275-ФЗ «О порядке формирования и использования целевого капитала некоммерческих организаций», а также на основании решения общего собрания учредителей от 31 октября 2018 года.

Полное официальное наименование Фонда на русском языке: Фонд целевого капитала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева».

ФЦК НГТУ создан исключительно для формирования целевого капитала, использования дохода от целевого капитала в целях поддержки деятельности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» в части:

– материальной поддержки и финансирования деятельности молодых ученых, занятых в реализации перспективных НИР и НИОКР (специальные надбавки в системе оплаты труда,

финансирование покупки оборудования и других расходов, связанных с реализацией научных проектов; оплата стажировок, командировок);

- материальной поддержки молодых преподавателей, разрабатывающих и внедряющих передовые методы обучения, инновационные проекты и новые образовательные технологии;
- укрепления материальной базы образовательной деятельности;
- установления и развития международных связей;
- оказания содействия в коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности руководителей научных школ, молодых ученых, докторантов, аспирантов и студентов;
- финансирования формирования и деятельности кадрового резерва;
- содействия в разработке и реализации некоммерческих проектов и программ в сфере образования;
- благоустройства территории;
- поддержки деятельности сообщества выпускников;
- стипендиальной и грантовой поддержки студентов, магистрантов, аспирантов и докторантов;
- издательской деятельности, направленной на реализацию уставных целей Фонда;
- иных целей, определенных финансовым планом Фонда в соответствии с уставными целями деятельности Фонда.

ФЦК НГТУ один из первых фондов, реализованных в Приволжском федеральном округе с успешными и достигнутыми результатами в развитии науки и образования с целью обеспечения конкурентоспособности вузов.

УДК338.12.2(7)

МАНСУРОВ Р.Ш.

## **АНАЛИЗ ДОХОДНОЙ ЧАСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФОНДА ЦЕЛЕВОГО КАПИТАЛА НИЖЕГОРОДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ Р.Е. АЛЕКСЕЕВА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Фонд целевого капитала Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (ФЦК НГТУ) был зарегистрирован 24 декабря 2018 года без ограничения срока деятельности.

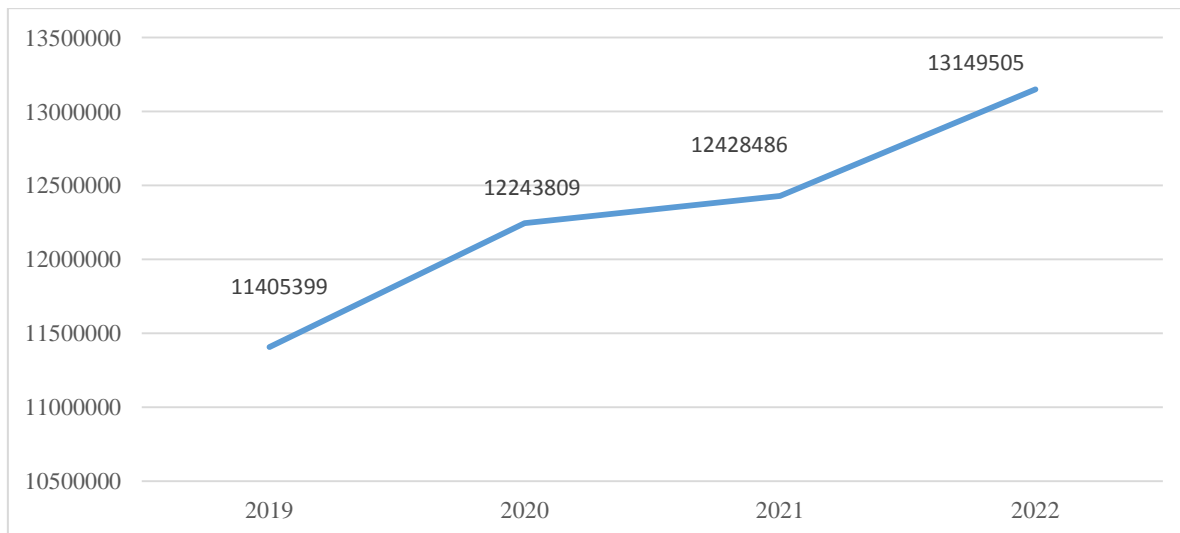
В 2019 году за счет личного пожертвования Митенковой был сформирован первый капитал в ФЦК НГТУ, который составил 10 000 000 рублей и основной целью которого является поддержка и развитие в области науки и инноваций молодых ученых атомной отрасли (премия имени академика Митенкова). По итогам совместной работы за год с закрытым акционерным обществом «Газпромбанк – Управление активами» (ЗАО «Газпромбанк – Управление активами») доходная часть фонда была увеличена на 1 005 399 рублей и составляла 11 005 399 руб.

В 2020 году основной капитал ФЦК НГТУ увеличился еще на 400 000 рублей за счет личного участия ректора НГТУ им. Р.Е. Алексеева Дмитриева и основной капитал фонда составил 10 400 000 рублей и плюс доходная часть, полученная в 2019 году, позволила увеличить стоимость ФЦК НГТУ до 11 304 859 рублей. По итогам 2020 года чистый доход ФЦК НГТУ с учетом дохода от доверительного управления имуществом составил 838 410 рублей и стоимость фонда возросла до 12 143 269 рублей.

В 2021 году ФЦК НГТУ передает денежные средства в размере 880 000 рублей для целевого использования и проведения конкурса на премию имени академика Федора Михайловича Митенкова в области науки и инноваций для молодых ученых атомной

отрасли. Рыночная стоимость денежных активов фонда в конце года составила 11 254 291 рублей.

В 2022 году доход от доверительного управления денежными активами фонда позволил увеличить капитал еще на 721 019 рублей и составил 11 975 310 рублей. Это дало возможность провести второй конкурс на премию имени академика Митенкова в области науки и инноваций для молодых ученых атомной отрасли.



**Рис 1. Доходная часть ФЦК НГТУ**

По итогам проведенного анализа можно сделать вывод о том, что ФЦК НГТУ – это эффективный инструмент, который дает возможность получить Университету дополнительный доход, направленный в будущем на выплату премий перспективным ученым, дополнительной заработной платы, обновление информационной и материальной базы и много другого, что будет способствовать развитию науки и образованию в техническом вузе.

УДК 330

НЕЧАЕВА Е.А., ШИШКОВА А.С.

### **«ЗЕЛЕНАЯ» ЭКОНОМИКА КАК НОВЫЙ ТИП ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ**

Саровский физико-технический институт — филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Отметим, что актуальность темы заключается в улучшении экологической обстановки в мире и сохранение природных ресурсов с помощью использования принципов «зеленой» экономики.

Что такое «зеленая» экономика? Это тип экономики, который направлен на сокращение негативного влияния экономической деятельности людей на окружающую среду [1]. Он предполагает стабильное развитие производства с помощью минимизации отрицательного воздействия человечества на природу. Сторонники данного направления полагают, что экономика неразрывно взаимосвязана с природой, в которой она существует. Данное понятие появилось в 1989 году в докладе ведущих экономистов Соединенного Королевства

под названием «План для зеленой экономики». Доклад был разработан для консультаций Британского правительства, но сущность термина не была раскрыта. В 2008 году «зелёная» экономика была вновь рассмотрена в тексте обсуждения вопросов о многочисленных глобальных кризисах и реакции на них. По инициативе ЮНЕП совместно с Эдвардом Барбьером был подготовлен доклад под названием «Новый Глобальный Зеленый Курс», который был выпущен в апреле 2009 года. В нём были представлены политические принципы, которые могли бы ускорить процесс восстановления экономики и повысить устойчивость мировой экологии. Основной целью зелёной экономики является увеличение благосостояния общества, сокращая нагрузку на экологию.

На наш взгляд, важнейшими принципами являются [2]: принцип устойчивости; принцип справедливости и достоинства; принципы управления и гибкости; принцип здоровой планеты.

Чтобы государство могло развивать «зелёную» экономику, ему необходимо пройти 4 этапа: снижение государственной поддержки предприятий, занимающихся вредоносным производством, и повышения налогообложения для них; повышение государственного финансирования отраслей производства, относящиеся к безопасному природопользованию; понижение использования неэффективных и вредоносных технологий в «коричневой» экономике; ужесточение законов по охране природы.

В России развитие «зелёной» экономики по сравнению с другими странами идет гораздо медленнее, но российский бизнес опирается на принципы лучших мировых практик использования данного типа экономического развития (страны-лидеры: Южная Корея, США, Китай, Германия, Швеция, Швейцария) [3]. В отдельных отраслях, таких как гидроэнергетика, атомная энергетика Россия считается лидером. Также в России развивается добыча солнечной и ветряной энергии. С 2019 года в России был утверждён национальный проект «Экология», с помощью которого стало возможно ликвидировать городские свалки («ЭкоДвор»), сократить вредоносные выбросы в атмосферу на 20%, снизить вырубку лесов России и очистить воды Волги и Байкала. В 2020 году в России планируются ввести "зелёные" облигации, которое позволят уменьшить вредоносные выбросы в атмосферу за счёт замены топливного общественного транспорта, на новые электрические модели. В 2021 году Правительство подписало распоряжение, которое определяет цели и ключевые направления функционирования системы финансирования зеленых проектов. Это постановление утверждает пакет документов, который сейчас создает нормативную основу стабильного рынка, в том числе и зеленого финансирования. В 2022 году в Петербурге произошла модернизация в утилизации мусора. Теперь отходы не только сортируются, но и будут сразу доводиться до переработки в целях повторного использования, что сократит площадь мусорных полигонов.

### ***Библиографический список***

1. Мы здесь живём: почему экономика должна «позеленеть». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://invlab.ru/ekonomika/chto-takoe-zelenaya-ekonomika/>
2. «Зеленая» экономика: сущность, принципы и перспективы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agriecomission.com/base/zelenaya-ekonomika-sushchnost-principiy-i-perspektivy>
3. Экономическое развитие и его влияние на экологию. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/83/632/35871.php>

**ЗАЩИЩЁННОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ДЕНЕГ**

Саровский физико-технический институт — филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

В современном мире электронные деньги приобретают всё большую популярность с каждым годом. Мы используем данный вид оплаты в каждодневных, рутинных финансовых операциях, предпочитая его как основной.

Электронные деньги — это цифровые формы безналичных платежей, которые используются для совершения транзакций в Интернете. Они позволяют совершать быстрые и удобные платежи в режиме онлайн без использования физических денег [1].

Проведя анализ данных, отметим, что неосведомлённость в использовании электронных денег с каждым годом уменьшается. Если в 2017 году она составляла 27%, то в 2021 году 0,2% [2,3].

Что касается финансового мошенничества, то оно, наоборот, увеличилось на 73% с 2017 года, это обуславливается тем, что знание о использовании безналичных денег способствует росту мошенников [3].

Перевод денег мошенникам также увеличился с 2017 года по 2021 год на 12% [3].

Как же уберечь себя от этих сложностей? Обращение электронных денег происходит при помощи компьютерных сетей, интернета, платёжных карт, электронных кошельков и устройств, работающих с платёжными картами (банкноты, POS терминалы), блоковых мобильных телефонов и других устройств, оснащённых специальными платёжными типами, что требует таких мер безопасности как: идентификация; аутентификация; авторизация; конфиденциальность; целостность информации [4].

Однако даже при соблюдении данных мер, электронные деньги имеют свои проблемы безопасности, которые нужно учитывать. Например, кража личных данных и финансовой информации (взлом электронных кошельков хакерами для получения личных данных, что может привести к хищению денежных средств); мошенничество (отправка фальшивых электронных платежей и последующих совершенных незаконных транзакций влечёт за собой убытки как для продавца, так и для покупателя); неосведомлённость (пользователи электронных денег не знают и не понимают, как работает система защиты и как сохранить свои личные данные в безопасности. Это порождает небрежное обращение с конфиденциальной информацией и увеличение риска ее утечки); отсутствие правового регулирования и контроля (в некоторых странах не существует четких правил и законов, регулирующих использование электронных денег. Это может привести к тому, что пользователи станут жертвами мошенничества или других преступных действий, и не смогут получить правовую защиту).

Для снижения рисков безопасности использования электронных денег пользователю следует придерживаться таких правил как: не делиться своими личными данными с посторонними; использовать надежные пароли и другие методы аутентификации; проверять достоверность электронных платежей; необходимо выбирать надежных и проверенных провайдеров электронных денег.

Кроме того, важно, чтобы правительства и регуляторы разработали четкие правила и законы для регулирования использования электронных денег. Это поможет улучшить безопасность пользователей и снизить риски мошенничества и других преступных действий.

Подводя итоги, можно отметить, что электронные деньги, являясь удобной и быстрой формой платежей в интернете, имеют свои проблемы безопасности.



### ***Библиографический список***

1. Электронные деньги. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.banki.ru/wikibank/elektronnyie\\_dengi/?ysclid=legyif2fyj72268841](https://www.banki.ru/wikibank/elektronnyie_dengi/?ysclid=legyif2fyj72268841)
2. Рекомендации гражданам: Что такое электронные платежи и как обезопасить свои электронные деньги? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.rospotrebnadzor.ru/about/info/news/news\\_details.php?ELEMENT\\_ID=7989](https://www.rospotrebnadzor.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=7989)
3. Мошенничество с банковскими картами и платежами. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Мошенничество\\_с\\_банковскими\\_картами\\_и\\_плат\\_ежами](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Мошенничество_с_банковскими_картами_и_плат_ежами)
4. Безопасность в использовании электронных денег. . [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://studwood.net/684777/finansy/bezopasnost\\_ispolzovaniy\\_elektronnyh\\_deneg?ysclid=legyh\\_sz112902251682](https://studwood.net/684777/finansy/bezopasnost_ispolzovaniy_elektronnyh_deneg?ysclid=legyh_sz112902251682)

УДК 336

НИКИТИН Р.Ю., КОРНИЛОВ Д.А.

### **СПЕЦИФИКА АНАЛИЗА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ РИСКА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время традиционный анализ финансовых показателей не является панацеей. В условиях санкций и риска к классическим показателям добавляются показатели, которые ранее не принимались в расчет и на которые ранее аналитики не обращали пристального внимания.

Возьмем, к примеру, Сбербанк. После годового отчета Сбербанка за 2021 год все аналитики отмечали, что результаты Сбера экстраординарные, акции имеют огромный потенциал. И действительно если мы рассмотрим итоги года подробнее, то обнаружим, что в подавляющем большинстве аналитики заостряют внимание на следующих показателях: чистые процентные доходы: 1617,5 млрд руб. (+12,3% г/г), чистые комиссионные доходы: 578,9 млрд руб. (+13,5% г/г), чистая прибыль: 1250,7 млрд руб. (рост в 1,7 раза).

После 24 февраля 2022 года Сбербанк прекратил публикацию своей отчетности. Первый отчет (часть данных, рассчитанных по внутренней методике Сбербанка), который опубликовал, Сбербанк был только за октябрь 2022 года, давайте остановимся на нем подробнее.

Итак, за 10 месяцев 2022 г., чистая прибыль снизилась на 95,2% в сравнении с прошлым годом и составила 50,1 млрд рублей. При этом чистая прибыль только лишь в октябре составила 122,8 млрд рублей, что на 12,4% более, чем годом ранее. То есть, за 10 месяцев общая прибыль Сбербанка составила 50,1 млрд, а за один лишь октябрь 122,8 млрд. это говорит о том, что за период январь-сентябрь 2022 г. Сбербанк получил убыток, который был компенсирован прибылью только в октябре 2022 г.

Получается, что стандартные данные, используемые для финансового анализа деятельности Сбербанка по итогам 2021 года были не способны предсказать драматические убытки за период январь – сентябрь 2022 г. Если вернуться в период сентябрь 2021 года - февраль 2022 года и вспомнить геополитическую обстановку в тот момент, то становится понятно, что для принятия решений инвесторам и собственникам стандартного набора факторов, оценивающих финансовое состояние организации недостаточно.

Начиная с 24 февраля 2022 г., помимо санкций и на их фоне, в том числе, ЦБ РФ повысил ключевую ставку с 9,5% до 20%. В соответствии с правилами о сумме резервов при

увеличении ключевой ставки банку необходимо увеличивать резервы, которые влияют на чистую прибыль. Резервы увеличиваются, в связи с ожиданием ухудшения кредитоспособности и платежеспособности контрагентов, у которых имеются перед банками финансовые и иные имущественные обязательства. Итак, первая группа факторов, повлиявших на финансовые показатели Сбербанка в 2022 году – это изменение ключевой ставки и сумма резервов. Экстраполируя факторы на большинство компаний России, можно сделать вывод, что одним из направлений, требующих внимания в периоды кризиса, является анализ финансовой устойчивости основных покупателей продукции российских предприятий (физические и юридические лица).

Второй фактор, который мог повлиять на финансовые показатели Сбербанка – это вложения в европейские активы. На конец 2021 года вложения в европейские активы составляли 1,5 трлн рублей. После введения санкций вложения обесценились. Зависимость от иностранного финансирования или иностранные активы не должны игнорироваться при анализе финансовых показателей. Применительно к промышленным компаниям в текущей ситуации необходимо при анализе обращать внимание на зависимость от иностранного финансирования, кредиты в зарубежных банках, наличие выпущенных еврооблигаций, наличие вложений в юридические лица, зарегистрированные в иностранных юрисдикциях, наличие зарубежных поставщиков и покупателей.

В заключение необходимо отметить, что, «благодаря» введенным санкциям и то, что российская экономика становится все более отрезанной от западной экономики российскому финансовому и промышленному сектору легче переживать кризисные явления на западных рынках. Так, начавшиеся проблемы из-за повышения ключевой ставки ФРС США, приведшие к отзыву лицензий уже у двух крупных банков США Silicon Valley Bank (16 место по активам в США, эквивалентен по данному показателю банку ВТБ) и Signature Bank (входит в топ 30 банков США по размеру активов) из-за сократившейся интеграции российской экономики в международную не окажут существенного негативного влияния на российскую финансовую систему и экономику в целом.

УДК 338.12.2(7)

ПЕРМОВСКИЙ А.С., МАНСУРОВ Р.Ш.

## **СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ЦЕЛИ И ВИДЕНИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»**

АО «Атомэнергопроект»

Наблюдательным советом была утверждена актуализированная стратегия деятельности Госкорпорации «Росатом». Стратегия предусматривает движение от глобального лидерства в атомной индустрии к глобальному технологическому лидерству и задает единый вектор развития организаций отрасли.

К 2030 году поставлена цель по увеличению выручки до 4 трлн рублей. Более половины этой выручки должны обеспечить зарубежные заказы, доля новых продуктов должна превысить 40%. В своей деятельности Госкорпорация «Росатом» ориентирована на содействие достижению 17 Целей устойчивого развития ООН и придерживается 10 принципов устойчивого развития.

**Таблица 1**  
**Стратегические цели**

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛИ на международных рынках >50%	СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ продукции и сроков протекания процессов – увеличение выручки до 4 трлн. Р.
НОВЫЕ ПРОДУКТЫ для российского и международных рынков ~40%	ДОСТИЖЕНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ЛИДЕРСТВА в ряде передовых технологий

Мы не сможем достичь таких финансово-экономических показателей, не меняясь сами и не меняя порядок работы. Есть три ключевых направления, благодаря которым мы сможем осуществить качественный скачок: Единый Росатом, Клиентоцентричность, Лидерство в раскрытии потенциала. Это по сути и есть направления развития нашей корпоративной культуры, основанной на открытости и доверии.

В рамках реализации стратегии в Госкорпорации «Росатом» были сформулированы единые корпоративные ценности. Их шесть: «На шаг впереди», «Ответственность за результат», «Эффективность», «Единая команда», «Уважение» и «Безопасность». Соответствие корпоративным ценностям учитывается при приеме на работу новых сотрудников, а также при принятии кадровых решений. Также разработаны специальные программы, сформированные для каждого дивизиона. Программы разделены на задачи и проходят постоянный мониторинг среди всех работников отрасли.

В результате реализации стратегии Госкорпорация «Росатом» станет единым организмом, в том числе за счет развития эффективного проектного управления и командной работы, выстраивания единой экосистемы с вовлечением российских и зарубежных партнеров. Росатом создаст систему управления, соответствующую международным стандартам и легко адаптирующуюся к новым условиям; добьется клиентоцентричности, то есть активного выявления потребностей клиентов; а также максимально раскроет потенциал работников отрасли, в том числе за счет формирования среды непрерывного образования, развития программ привлечения лучших кадров.

УДК 658.148

ПЛЕХАНОВА А.А.

## **РОССИЙСКИЙ РЫНОК КОРПОРАТИВНЫХ ОБЛИГАЦИЙ В 2023 Г.**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Облигация – это свидетельство долговых отношений между эмитентом бумаги – заемщиком и ее держателем – кредитором. Корпоративные облигации – это долговые ценные бумаги, которые выпускают корпорации (юридические лица) для привлечения в свой бизнес дополнительных денежных средств [1]. Обязанности эмитента корпоративной облигации и права инвестора, который приобрел долговой инструмент, описаны в контракте – соглашении об эмиссии облигации. Сегмент корпоративных облигаций является одним из приоритетных направлений развития финансового рынка, поскольку обеспечивает устойчивость национального хозяйства, преодоление внешних воздействий, развитие компаний и организаций. В целом рынок корпоративных облигаций продолжает свое развитие. Однако стоит отметить, что в современных реалиях усилилось значение ряда факторов: инфляция, уровень дохода населения, степень риска, уровень доходности альтернативных источников финансирования и уровень развития рынка ценных бумаг регионов, которые негативно воздействуют как на динамику стоимости, так и на объемы выпуска облигаций.

По данным, представленным финансовым информационным агентством Сbonds, объем российского рынка корпоративных облигаций к концу 2021 г. достиг исторического рекорда (за последние 10 лет – 17,6 трлн руб.); к середине 2022 г. уменьшился на 5% (до 16,7 трлн руб.), а к концу 2022 г. – 18,68 трлн руб.; на 31.03.2023 г. – 20,74 трлн руб. Таким образом, исторические примеры свидетельствуют, что негативные внешние события провоцируют временное падение рынка, за которым следует его восстановление.

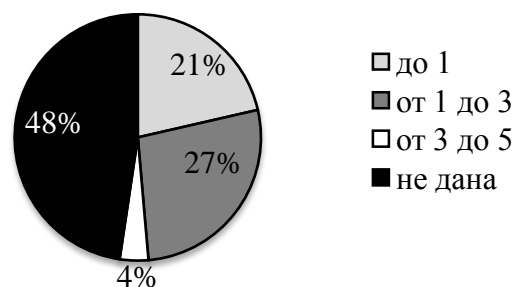
В отраслевой структуре рынка облигаций Московской биржи преобладает нефтегазовый и финансовый секторы: доля нефтегазовой отрасли – 28,9% с объемом 5,9 трлн руб.; банковский сектор – 17,5% с объемом 3,6 трлн руб.; финансовые компании – 14,5%.

Финансовый сектор составляет около 35,5% от общего объема корпоративных облигаций. Крупнейшие эмитенты данного вида облигаций в совокупности составляют 49,2% (НК Роснефть, Дом.РФ ИА, РЖД, Сбербанк, ВЭБ.РФ, Газпром). Это свидетельствует о недостаточном уровне развития рынка (половина рынка принадлежит шести компаниям).

Мировая аналитическая практика корпоративных облигаций использует традиционный показатель процентного риска – дюрация, который определяется как эластичность стоимости облигации по процентным ставкам. Дюрация – это время, за которое вернутся вложения, учитывая все выплаты, амортизацию, оферту и другие факторы [2].

Инвестирование в облигации считается одним из надежных видов вложения капитала. Однако и в этом случае присутствуют риски, провоцируемые дефолтами компаний (кредитный риск), инфляцией, процентными ставками, курсами валют, ликвидностью.

В современной турбулентной экономической ситуации краткосрочные облигации становятся более привлекательными для отечественных инвесторов. Поскольку долгосрочные вложения эффективны периоды стабильности. Цена облигации зависит от ставки ЦБ, поэтому чем меньше дюрация, тем меньше вероятность изменения ставки цена, а значит и облигации. Исследования показали, что инвесторы сегодня предпочитают вкладывать на более короткий срок, чем ранее (рисунок 1).



**Рис. 1. Структура выпущенных корпоративных облигаций по дюрации**

#### *Библиографический список*

1. **Воробьева, З.А.** Рынок корпоративных облигаций в России: структура, динамика развития и перспективы.
2. **Васильева, О.Г., Игошкина, Н.Г.** Управление риском портфеля с помощью показателя дюрации

УДК 33

ТИТОВА Н. А.

### **ПРОБЛЕМЫ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ РОССИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На II Глобальном саммите по производству и индустриализации (GMIS) была выражена обеспокоенность существующими угрозами безопасности, одной из которых является угроза в области экологии. Президент РФ высказал мнение о противоречивом характере современного технического прогресса, который заключается в том, что по мере технического прогресса усиливается негативное воздействие на природу. Вместе с тем актуальным является вопрос об экономии и сбережении энергии и ресурсов, а также вопрос развития альтернативных источников энергии.

Экономически развитые государства взяли курс на декарбонизацию своих экономик. Правительство РФ также утвердило Стратегию социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года. Целью такой стратегии является получение углеродной нейтральности при устойчивом росте экономики.

Декарбонизация – это уменьшение выбросов углекислого газа (в расчете на единицу ВВП или на единицу вырабатываемой энергии). Концентрация углекислого газа связывают с деятельностью человека, поскольку концентрация CO<sub>2</sub> в атмосфере резко возросла с началом индустриальной революции.

Однако процесс перестройки экономики и энергетических систем на новые источники энергии сложен и связан с целым рядом проблем. В течении длительного времени добыча и экспорт углеводородов и других полезных ископаемых являлись основной отраслью экономики России. В настоящее время спрос на такие источники энергии пока не снижается, в то же время альтернативные источники энергии пока не справляются с потребностями экономики.

Россия в течении длительного времени может извлекать прибыль от продажи нефти и газа и не тратиться на мероприятия по достижению углеродной нейтральности. Но в то же время есть ряд угроз.

Серьезные угрозы несет глобальное потепление. Таяние вечной мерзлоты принесет тяжелые последствия для территорий, расположенных за Полярным кругом. Кроме того, изменение климата может повлечь за собой засухи и в плодородных районах России.

Есть еще одна причина для декарбонизации российской экономики – это давление со стороны внешних рынков. Чтобы сохранить конкурентоспособность на внешних рынках и привлечь иностранных инвесторов, необходимо переходить на новые источники энергии. В то же время переход на новые источники энергии дает дополнительные возможности и открывает новые рынки технологий, продуктов и услуг.

Таким образом, решение о декарбонизации в России соответствует национальным интересам, но в то же время требует огромных вложений. Но есть и положительные моменты. Существуют направления, в которых РФ может занять лидирующие позиции и получить выгоду от энергоперехода. Таким направлением является, например, производство товарного водорода из природного газа, экспорт аммиака в качестве сырья для товарного водорода, поставки редкоземельных металлов. Также таким направлением является лесное хозяйство.

Таким образом, декарбонизация экономики РФ потребует существенных вложений, но в то же время откроет новые возможности. Есть возможность предпринять ряд мер, которые позволят смягчить негативные последствия от декарбонизации экономики и предотвратить падение уровня жизни.

УДК 336

ФРОЛОВА М.М., ТИТОВА Н.А., ОХЕЗИНА Г.М.

### **ЦИФРОВАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ ВАЛЮТА КАК НОВАЯ ФОРМА СРЕДСТВА ПЛАТЕЖА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие общественных и экономических отношений, их усложнение, а также внедрение достижений технического прогресса на всем протяжении истории человечества приводили к преобразованию различных сторон общественной жизни, в том числе и к трансформации форм и видов денег. Так, товарные деньги сменились металлическими, переход от полноценных денег к знакам стоимости позволил ввести в оборот банкноты, которые затем эволюционировали в бумажные деньги, а развитие информационных

технологий способствовало появлению электронных денег [1]. Усиление процессов глобализации и цифровизации в международных финансовых отношениях закономерно привело к появлению новых форм платежных средств – цифровой валюте.

Цифровая валюта представляет собой средство платежа, существующее исключительно в цифровой форме. По сути, это цифровой код, защищенный криптографией, как правило, в блокчейне или аналогичном распределенном реестре. В настоящее время выделяют три основных вида цифровой валюты: криптовалюта, стейблкоины и национальная цифровая валюта центрального банка (Central Bank Digital Currency – CBDCs) [2-4].

По данным Международного валютного фонда (МВФ), более 100 стран, на долю которых приходится 95% мирового ВВП, изучают возможности создания собственных CBDC. Но по состоянию на 2022 год только несколько стран и территорий имеют национальную цифровую валюту или разработали планы по их выпуску. Среди них Центральный банк Багамских островов (Sand Dollar), Восточно-карибский центральный банк (DCash), Центральный банк Нигерии (e-Naira) и Банк Ямайки (JamDex). Несомненным лидером по разработке и внедрению цифровой национальной валюты является Китай. По данным на конец 2022 г. в 31 провинции (или автономном регионе) используется цифровой юань. Около 5 млн предпринимателей принимают его в качестве средства платежа, а общий оборот составил 260 млн транзакций. Новое платежное средство успешно использовалось во время Олимпийских игр в Пекине. Центральные банки Китая и Объединенных Арабских Эмиратов также работают над проектом по использованию блокчейна и CBDC для региональных платежей между странами. Если эти проекты окажутся успешными, они могут послужить дополнительным стимулом для других стран к созданию собственных национальных цифровых валют [5,6].

В России обсуждение возможности введения цифрового рубля началось в конце 2020 г., когда Центральный Банк России выпустил консультационный доклад для общественных обсуждений [7]. Кроме того, запуск цифрового рубля станет одним из ключевых проектов в области цифровизации до 2030 г. согласно Стратегии развития финансового рынка до 2030 года [8]. В официальных разъяснениях Банка России [9] указывается, что цифровой рубль представляет собой третью форму национальной валюты, наряду с наличными банкнотами и монетами, а также безналичными средствами (на счетах и вкладах). Он будет использоваться только для проведения платежей и переводов, но не для сбережений или выдачи кредитов. Для использования цифровых денег гражданам и компаниям необходимо открыть цифровой кошелек на платформе банка России через мобильное приложение любого коммерческого банка. Все операции с цифровым рублем будут также осуществляться исключительно на платформе центрального банка.

Использование цифровых валют для осуществления расчетов как внутри страны, так и в рамках международных сделок имеет свои преимущества и недостатки. Особенности цифровой формы позволяют осуществлять транзакции практически мгновенно, в любое время суток и с низкими комиссиями по сравнению с традиционными межбанковскими операциями. Кроме того, такую валюту невозможно подделать, а все операции можно отследить контролирующими органами. Однако введение цифровых валют вызывает и ряд опасений. Прежде всего, это вопросы обеспечения безопасности цифровых кошельков от кибератак. Внедрение новых видов и форм денег всегда сопровождается активизацией мошенников и ростом числа жертв мошеннических схем. Кроме того, сложность системы и необходимость использования интернета и мобильных приложений ставит под сомнение возможности использования цифровой валюты в определенных местах и для определенных категорий граждан.

#### *Библиографический список*

1. Мамонтова С. В., Муродзода У. Эволюция денег и современные тенденции их преобразований // Регион: системы, экономика, управление, 2020. № 1 (48). С. 86-90.

2. Цифровая валюта: Будущее ваших денег. [Электронный ресурс]. – <https://vc.ru/finance/612427-cifrovaya-valyuta-budushchee-vashih-deneg>
3. Фролова М.М., Чепыжов Д.С. Особенности функционирования криптовалютных бирж // Проблемы управления в сложных экономических и социальных системах. Сборник научных статей. Под общей редакцией В.А. Бородина. Выпуск 3. М.: РУСАЙНС, 2018. С. 123-128.
4. Фролова М.М., Чепыжов Д.С. Криптовалютный рынок как фактор угрозы национальной экономической безопасности // Экономическая безопасность России: проблемы и перспективы. Материалы VI Международной научно-практической конференции. Н. Новгород, 2018. С. 247-251.
5. Путь к тотальному контролю: 11 стран уже запустили CBDC. Кто следующий? [Электронный ресурс]. – <https://redko-da-metko.ru/2022/12/05/put-k-totalnomu-kontrolyu-11-stran-zapustili-cbdc/>
6. Страны участники реализации цифровой валюты CBDC. [Электронный ресурс]. – [https://cbdc.ru/cifrovaya-valyuta/strany-uchastniki/#сн\\_Китай](https://cbdc.ru/cifrovaya-valyuta/strany-uchastniki/#сн_Китай)

УДК 330

ШИШКОВА А.С., НЕЧАЕВА Е.А.

### **МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭКОНОМИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В РАМКАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА»**

Саровский физико-технический институт — филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Сегодняшние информационные технологии делают нашу жизнь проще, поэтому сейчас так важно использовать их во всех общедоступных областях жизни людей. Экономика не стала исключением. С появлением глобальной сети, стало доступным осуществление отдельных экономических операций с применением возможностей глобальной сети Интернет. К примеру, многие из нас сегодня могут приобрести товар через сайт или приложение продавца.

Информатизация современного хозяйства нужна для развития и усовершенствования финансовой деятельности при помощи введения высокотехнологического оборудования и для обеспечения ведения электронного бизнеса и коммерции. Для осуществления этих целей в России был разработан Национальный проект «Цифровая экономика», который планируется реализовать в период с 2019 по 2024 годы [1].

Важность развития предоставленного проекта заключается в стремлении государства к повышению уровня жизни населения нашей страны, а также степени доступности различных товаров и услуг с помощью современных цифровых технологий.

Среди множества основных целей развития направления и реализации условий его успешного развития преимущественно важными мы выделили [2]:

1) повышение конкурентоспособности страны на международной арене, улучшение качества жизни населения и гарантирование экономического роста и национального суверенитета;

2) построение экосистемы для цифровой экономики в России с помощью внедрения современных информационных технологий;

3) устранение существующих барьеров и ограничений для создания и развития высокотехнологических предприятий и предотвращение появления новых препятствий.

Для успешного внедрения, реализации и расширения сфер применения цифровой экономики в России используется трехуровневая система, включающая всевозможные рынки

и субъекты, которые взаимодействуют между собой, платформы и технологии, требуемые для формирования условий, обеспечивающих успешное формирование рынков и отраслей экономики, а также среда, основывающаяся платформы для успешного взаимодействия участников рынка.

Как и многие современные направления, цифровая экономика содержит в себе девять проектов федерального уровня [3].

Подводя итоги, можно сделать вывод, что в условиях сегодняшней цифровизации социальной жизни, в РФ необходимо вводить цифровую экономику в хозяйственные отношения. Сейчас наша государство занимает 41-е место по готовности к ней [4]. Отставание от десятка лидирующих стран мира разъясняется наличием пробелов в нормативно-правовой базе и отсутствием подходящей среды для ведения бизнеса и развития инноваций. За последнее время уровень готовности России увеличился, в регионах нашей страны были достигнуты большие успехи в использовании цифровых технологий на уровне домашних хозяйств, предприятий и цифрового правительства.



### Документ, источник, текст: горизонты современных исследований

---

---

УДК 658.7.07

БАРИНОВА И.С.

#### **ПРОБЛЕМА ПОНЯТИЯ «ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ» В СОВРЕМЕННОМ ДОКУМЕНТОВЕДЕНИИ И АРХИВОВЕДЕНИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Электронные документы XXI века становятся повседневным управленческим инструментом, в наши дни происходит постоянное расширение практики применения их систем путем внедрения целого ряда законодательных и нормативно-правовых актов. Термин «электронный документ» трансформируется, меняются его юридическая значимость и статус. Соответствующая *терминологическая проблема* на данный момент является одной из центральных для теории архивоведения.

Сущность электронных документов в 1980-2000-е гг. точно не была определена и носила собирательный характер: технотронные, виртуальные, машиночитаемые документы, документы на магнитном носителе. Впервые в России официально термин «электронный документ» появился в Федеральном законе от 10 января 2002 г. № 1-ФЗ «Об электронной цифровой подписи»: «Электронный документ – документ, в котором информация представлена в электронно-цифровой форме». Затем данное понятие было отражено в Федеральном законе от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.10.2021): «электронный документ – документированная информация, представленная в электронной форме, т.е. в виде, пригодном для восприятия человеком с использованием электронных вычислительных машин, а также для передачи по информационно-телекоммуникационным сетям или обработки в информационных системах». Кроме того, Федеральный закон «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг» от 27.07.2010 дает полностью идентичное определение. В ГОСТ Р 7.0.8-2013 «Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Делопроизводство и архивное дело. Термины и определения» понятие «электронный документ» дано шире, под ним понимается документ, информация, которого представлена в цифровой форме; документ на электронном носителе, а также документ на машинном носителе, машиночитаемый документ». «Методические рекомендации к Правилам организации хранения, комплектования, учета и использования документов Архивного фонда Российской Федерации и других архивных документов в государственных и муниципальных архивах, музеях и библиотеках, научных организациях» 2021 г. трактуют понятие следующим образом: «документ, в котором информация представлена в электронно-цифровой форме». Позитивным нововведением является разделение понятий «электронный документ» и «электронный носитель». В словаре «Управление документами. Термины и определения», изданном ВНИИДАД в 2013 г., «электронный документ» определен как документ, информация которого представлена в электронной форме. Согласно «Гражданскому кодексу Российской Федерации» (часть первая) от 30.11.1994 N 51-ФЗ (ред. от 28.06.2021, с изм. от 26.10.2021) «электронным документом, передаваемым по каналам связи, признается информация, подготовленная, отправленная, полученная или хранимая с

помощью электронных, магнитных, оптических либо аналогичных средств, включая обмен информацией в электронной форме и электронную почту».

Исследователи П.В. Крылов и Д.А. Чирковская считают, что в архивном деле под электронными документами понимаются не только электронные формы привычных нам текстовых документов, «но и фото-, фоно-, видеодокументы, выполненные в цифровых форматах, а также научно-техническая документация, созданная при помощи современных систем автоматизированного проектирования.» [3, с. 159]. Подразумевается электронный формат в целом и выделяются именно типы носителей информации.

Единой терминологии для трактовки *электронного документа* не существует: с одной стороны, электронный документ определен как информация, которая «читается» с помощью компьютера, а с другой стороны, речь идет об информации вместе с носителем. Отсутствует также конкретный федеральный закон, раскрывающий все аспекты данного понятия.

### ***Библиографический список***

1. **Глащенко, А.С.** Понятие и классификация электронных документов // Вопросы экономики и права. 2012. № 9. С. 28-31.
2. **Жукова, М.П.** Комплектование архивов электронными документами // Отечественные архивы. 2000. №2. С. 5-13.
3. **Крылов, П.А.** Проблемы формирования и хранения архивов электронных документов в Российской Федерации / П. А. Крылов, Д. А. Чирковская // Управленческое консультирование. 2016. № 5 (89). С. 157-163.

УДК 930.255

КАЛИНИНА Т.И.

## **СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО НСА В РОССИИ (1980-2000-Е ГГ.)**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Идея использования компьютеров для автоматизированного поиска архивных документов активно обсуждалась еще в 1960-е гг., первые же опыты в данном направлении появились, когда компьютерная техника стала доступной, а аппаратная и программная база – более или менее унифицированной, т.е. когда получили достаточно широкое распространение компьютеры третьего поколения. Помимо этого, в архивном деле, начиная с середины XX в., формируются электронные базы данных, различные программные комплексы и системы, с целью построения более доступной, удобной и эффективной справочно-поисковой системы, а также обеспечения сохранности документов, планирования и учета. Концепция единого программного обеспечения для автоматизации архивного дела, в том числе, создания автоматизированного научно-справочного аппарата (НСА), зародилась в конце 1980-х гг., когда важнейшей задачей было формирование автоматизированного Центрального фондового каталога. Вплотную же к вопросу информатизации архивного дела подошли в 1990-е гг., когда актуальным стало создание электронных версий путеводителей по архивам. Тогда в электронный вид начали переводиться широко известные у исследователей традиционные справочники.

Следующим важным моментом в развитии НСА стало представление его в сети *интернет*. В России данный процесс начался в начале 2000-х гг. на довольно упрощенном уровне. В сети размещались путеводители по фондам, краткие справочники, тематические перечни, описи и каталоги, причем большая их часть размещалась на портале «Архивы России». Технология представления справочников в *интернете* на тот момент – почти

исключительно гипертекст, затем следовали БД, нередко встречались и запакованные текстовые файлы (в формате Word). Это был самый простой и наименее затратный способ размещения информации, не предоставляющий, однако, никаких сервисов, помимо возможности копирования. При этом архивы начинали развивать и свои собственные сайты, выгружая на них НСА – отдельные информационные ресурсы, поддерживаемые и обновляемые при непосредственном участии сотрудников архивов и архивных служб. Как правило, эти сайты имели отдельное доменное имя (второго, третьего уровня), а в случае расположения на крупных серверах они имели собственный дизайн и структуру, отличающую их от основного дизайна сервера. 1991-2005-е гг. характеризуются исследователями как насыщенный и уникальный период в развитии научно-справочного аппарата. В это время было издано приблизительно 60 % справочников от всех опубликованных к документам АФ РФ, хранящихся в государственных и муниципальных архивах. Структура опубликованного справочного фонда на тот момент оставалась стабильной. Самый массовый из опубликованных – справочник типа путеводителя – занимал 63 % от всех изданных. Другие виды справочников практически сохранили свой удельный вес в общей структуре.

В качестве одного из интересных примеров практического развития НСА можно привести опыт архива РАН. Начало использованию ИТ в создании автоматизированного НСА в данном учреждении было положено в 2004-2006 гг. при разработке многофункциональной базы данных «Учет и каталог». В основу программного обеспечения был положен Общий Международный стандарт описания архивных документов ISAD(G), закрепивший принцип многоуровневой структуры данных (фонд – опись – дело – документ) в научном описании архивных документов, установил органическую связь между архивной деятельностью и основами теории информатики на всех этапах: от создания информации до ее использования.

УДК 930.25

КАРГИНА В.Д.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕТА ДОКУМЕНТОВ АРХИВНОГО ФОНДА РФ: КОНЦЕПТУАЛЬНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЗОР**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Государственный учет архивных документов является важнейшим фактором их сохранности, от состояния которого зависит также эффективность организации контроля за хранением архивных документов. Значение учета в архивном деле актуализируется по мере внедрения новых информационных технологий. Изучая публикации последних лет по вопросам учета архивных документов, можно сделать вывод, что в настоящее время огромный объем архивных документов приводит к увеличению времени их поиска, а частое использование подлинников сокращает их жизненный цикл [1-4]. На сегодняшний день наиболее эффективным решением данной проблемы является оцифровка и создание электронного архива оцифрованных документов. Применение подобных решений обусловило актуальность создания новых информационных технологий построения электронного архива, способных эффективно обрабатывать массивы данных большого объема. Очевидно, что такие технологии должны представлять собой комплекс средств создания и наполнения электронного архива и средств обеспечения его дальнейшего функционирования. Многие современные исследователи отмечают, что внедрение информационных технологий еще больше высветило недостатки и нерешенные вопросы на этом важном направлении архивной работы. Не обеспечивается в полной мере реализация всех определенных Регламентом принципов государственного учета. Более того, налицо некоторые расхождения даже в самом понятийном аппарате, а также в том, что же именно

подразумевают авторы под понятием «учет документов Архивного фонда». Учет документов Архивного фонда все еще нуждается в исследовании и особенно в более полном анализе практической деятельности конкретных архивов. Однако, поднимая те или иные проблемы учета архивных документов на современном этапе, исследователи, как правило, только обозначают ряд проблем, не раскрывая их сути и не определяя шаги к их устранению или хотя бы к пониманию рычагов воздействия на решения проблем. На наш взгляд, говоря в целом об архивной деятельности и ее проблемах, недостаточно выделить только вопросы комплектования и сохранности.

Главная и наиболее очевидная проблема учета документов архивного фонда – внедрение информационных технологий, так как по своей сути оно влечет за собой целый ряд обязательных действий, которые следует соблюдать, чтобы учет и хранение документов осуществлялось качественно. Помимо этого, «цифровая трансформация» нуждается в правовом закреплении и организационном обеспечении ряда направлений, в числе которых планомерная оцифровка всех учетных архивных документов и создание современных цифровых архивов, которые полностью отвечают цифровой трансформации. Второй проблемой является качество ведения учетных описей на базе конкретных региональных архивов (особенно это заметно в центральных архивах ввиду значительного объема хранящихся фондов). Третья проблема связана с неполным обеспечением достоверности учета некоторых документов, что приводит к «необнаружению» дел при проверке наличия и состояния фондов. В данном случае можно выделить две основные причины происходящего: человеческий фактор и часто меняющиеся правила и методические рекомендации по учету документов архивного фонда.

### ***Библиографический список***

1. **Бакшаев, А.А.** Архивное дело в странах Европы и США в конце XX – начале XXI вв.: учебное пособие. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2020. – 160 с.

2. **Ковалев, О.Г.** Правовые и организационные проблемы обеспечения хранения и учета документов в архивах учреждений и органов УИС в условиях цифровой трансформации / О.Г. Ковалев, Н.В. Семенова // Столыпинский вестник. 2022. № 1. С. 283-289.

3. **Вербицкая, Т.С.** Информационные технологии, применяемые в Казенном учреждении Воронежской области «Государственный архив Воронежской области» // Архивный вестник. 2021. № 25. С. 69-72.

4. **Кузнецов, А.К.** Центральный государственный архив Чувашской Республики: основные направления деятельности в 1991-2004 гг. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: гуманитарные науки. 2021. № 7. С. 13-17.

УДК 930.25

КУТАНИНА Е.Е.

### **К ВОПРОСУ О СПЕЦИФИКЕ РАБОТЫ С ДОКУМЕНТАМИ ПО ЛИЧНОМУ СОСТАВУ В АРХИВАХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Документы по личному составу учреждений, организаций и предприятий – один из наименее исследованных видов исторических источников, поскольку ранее они не поступали целенаправленно в государственные архивохранилища (их сохранность и использование обеспечивались фондообразователями) и, следовательно, не были доступны массовому исследователю, редко попадали в поле зрения архивоведов, историков, источниковедов, краеведов [1-3]. Помимо этого, их использование в условиях ведомственного хранения

весьма проблематично. Многие из современных исследователей в своих трудах выступают против ограничения срока хранения документов по личному составу 75 и 50 годами и последующего их уничтожения, так как это может нанести ущерб информационному ресурсу архивов.

Сегодня, по мнению специалистов, есть необходимость всестороннего изучения данной проблемы учеными-архивистами, документоведами, историками, социологами, экономистами и принятия взвешенного решения, которое помогло бы сохранить информацию в полном объеме и наиболее эффективно использовать ее в дальнейшем.

Одной из самых масштабных проблем в работе с документами по личному составу считается их несвоевременное упорядочивание. Самой первой и основной причиной данной ситуации называют отсутствие или частую смену ответственного за ведение архива. Во многих организациях обязанности ответственного за архив возлагаются на работников дополнительной неоплачиваемой нагрузкой. Часто такие сотрудники некомпетентны, не обладают достаточной квалификацией и не имеют полного представления о работе с архивом, в то же время упорядочивать документы на договорной основе учреждение не может из-за отсутствия финансирования – это вторая распространенная причина. Играет роль также необнаружение документов по личному составу в архивах.

Острой проблемой была и остается связь между архивами и Пенсионным Фондом Российской Федерации. Ранее в ПФ могли отказать в приеме архивных справок организаций, принявших на хранение документы предшественников, на базе которых они созданы, но правопреемниками которых не являются. Эта проблема была решена совместным письмом Росархива и Пенсионного Фонда, которое было адресовано «на места» – «О принятии органами ПФР архивных справок и копий документов, выданных организациями». Территориальные органы стали принимать к рассмотрению архивные справки и копии документов, которые выдавали организации при наличии в учредительных документах положений об их ответственности за обеспечение сохранности документов по личному составу ликвидированных организаций, не имеющих правопреемников, и о выдаче гражданам архивных справок [3].

Перечисленные проблемы являются далеко не полным списком трудностей, которые испытывают сейчас сотрудники архивов при работе с документами по личному составу, но именно они являются наиболее распространенными на данный момент. Исследователи-архивисты много лет занимаются изучением процесса работы с такими документами – ищут пробелы в знаниях сотрудников архивов, возможные пути порчи, утери документов, вероятности потери их ценности для общества как исторических источников, предполагают и проверяют на практике решение скопившихся проблем. Необходимо отметить, что многие работы носят серьезный практический характер для повышения эффективности процесса работы с документами по личному составу – благодаря монографиям, аналитике, сбору статистических данных по теме данное направление архивной деятельности совершенствуется и обретает современный, упорядоченный вид.

### ***Библиографический список***

1. **Туманов, В.Е.** Информационный потенциал документов по личному составу как исторических источников: проблемы и решения // Отечественные архивы. 2007. № 5. С. 14-22.
2. Сохранение культурно-исторической памяти нации. Библиотеки и архивы России. Парламентские слушания // Отечественные архивы. 2003. № 6. С. 4.
3. **Артизов, А.Н.** Сохранение и использование документов по личному составу: прошлое, настоящее, будущее / А.Н. Артизов, С.Д. Мякушев // Отечественные архивы. 2005. № 4. С. 20-29.

## ПОРЯДОК ОРГАНИЗАЦИИ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОГО ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА В БАНКОВСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Конфиденциальная документированная информация должна создаваться только при действительной необходимости в письменном удостоверении наличия и содержания управленческих, коммерческих и иных действий, передаче информации, хранении и использовании ее в течение конкретного времени и в определенном количестве экземпляров.

Организация конфиденциального делопроизводства в любой банковской организации включает несколько задач: учет, хранение, обработка и использование конфиденциальных документов; установление его статуса, структуры, обеспечение необходимых условий труда, разработка или приобретение нормативных документов и методической литературы по организации и ведению конфиденциального делопроизводства, создание постоянно действующей экспертной комиссии, оформление допуска сотрудников к коммерческой и банковской тайнам и обучение их правилам работы с конфиденциальными документами. Требование регламентирования создаваемой конфиденциальной документированной информации обусловлено необходимостью предотвращения не только необоснованного, но и неконтролируемого ее создания, которое может привести к утечке содержащейся в документах информации.

Целями разработки перечня конфиденциальной документированной информации должны являться не только определение состава конфиденциальной документированной информации, необходимой и достаточной для деятельности организации, но и установление конкретных лиц, имеющих право создавать, составлять, визировать и подписывать (утверждать) документы, а также предотвращение необоснованной рассылки этих документов.

В банковских организациях безопасность информационных ресурсов подразумевает сохранение конфиденциальности на любых носителях. Типы материальных носителей информации различны. Ими могут быть не только дискеты, CD или винчестер персонального компьютера, но и, к примеру, фото-, кино- и аудиопленки. Наиболее же частая форма фиксирования информации – это бумажный документ. Реальный механизм, который может обеспечить защиту документированной конфиденциальной информации – это создание в банке системы конфиденциального делопроизводства либо, применение в открытом делопроизводстве средств и методов, используемых при работе с закрытыми документами.

Таким образом, порядок организации конфиденциального делопроизводства в банке реализуется наряду с защитой информации в процессе документооборота. Важно понимать сколько и какие документы обращаются в организации и какими маршрутами двигаются от момента создания до момента уничтожения. В связи с этим правильная организация конфиденциального делопроизводства является составной частью обеспечения безопасности информации, имеет важное значение для ее защиты и роста прибыли.

### *Библиографический список*

1. **Аврамова, Е.И.** Организация конфиденциального делопроизводства в банке // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. – URL: <http://jurnal.org/articles/2010/docum2.html> (Дата обращения: 15.09.2022).
2. **Антоненко, А.Д.** Защита персональных данных как основа экономической безопасности в банковской сфере // Скиф. 2019. №5-2 (33).

**О КЛАССИФИКАЦИИ ДОКУМЕНТОВ ЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Документы личного происхождения более разнообразны и менее формализованы, чем документы государственных учреждений и предприятий. В настоящее время предлагается несколько классификаций документов личного происхождения.

В Методических рекомендациях по комплектованию, описанию, учету и использованию документов личного происхождения в государственных и муниципальных архивах Росархива от 2020 г. предлагается систематизация по видам документов. При организации текстовых документов личного происхождения в основном применяются тематико-хронологическая, функционально-хронологическая и номинально-хронологическая схемы систематизации дел в описи. Выбор схемы систематизации зависит от характера деятельности фондообразователя, вида фонда личного происхождения (личный, семейный, родовой, объединенный, коллекция), состава и объема документов фонда. По мнению С.В. Кодана, документы личного происхождения являются историческими источниками и рассматриваются им в этом ключе. Автор предлагает разделять документы личного происхождения на четыре вида: дневники, частная переписка, мемуары и «сказания иностранцев» [1]. Во ВНИИДАД на основе многолетнего изучения деятельности государственных архивов в данном направлении существует пять основных разделов документов личного происхождения: документы к биографии, документы профессиональной (служебной) деятельности, документы общественной деятельности, документы творческой деятельности, переписка. Внутри каждого раздела дела могут систематизироваться по разным признакам: хронологии, теме, видам документов, жанрам произведения – в зависимости от их объема и удобства пользования [2]. Классификацией документов личного происхождения занималась также О.М. Медушевская и ее соавторы в работе «Источниковедение: Теория. История. Метод». Источники личного происхождения можно разделить на автокоммуникативные (дневники) и межличностной коммуникации. Вторую группу можно разделить на источники с фиксированным адресатом (эпистолярные источники, мемуары, адресованные потомкам) и с неопределенным адресатом (мемуары-«современные истории», эссеистика, исповеди). При фиксированном и нефиксированном адресатах различают также степень влияния адресата на автора [3]. Источники с нефиксированным адресатом, предназначенные к публикации, можно разделить на источники, предназначенные, как правило, к немедленному опубликованию (эссеистика), и источники с отложенной публикацией (мемуары «современные истории») [3].

Критерием может быть момент создания документа: в процессе событий, по свежим впечатлениям (дневники, путевые заметки), после событий (письма), через значительный промежуток времени после событий (мемуары). Момент создания документа может определить отношение автора к этим событиям, рефлексию, детальность описания. Критерием может быть адресат: для себя (дневники) или для кого-то (письма, мемуары). Также немаловажным критерием может быть носитель: «классический» бумажный документ, электронный документ или, например, фотографии и вещи, относящиеся к фонду личного происхождения.

Классификация документов личного происхождения может строиться как при рассмотрении их как исторического источника и как архивного документа. В первом случае обращают внимание на то, кто является автором, для чего предназначался документ, степень субъективности. Но и субъективность, и использование документа зависели от автора, что позволяет сделать вывод о его важной определяющей роли в документах личного происхождения. В тех же, например, государственных документах, как правило, не так

важно, кто именно написал его, в каких условиях он жил и какой жизненной позиции придерживался. При систематизации документов личного происхождения для архивов используется подход по видам документов, и здесь уже гораздо важнее форма, чем наполнение, что может создавать разрыв во взаимосвязанных документах разных видов.

### *Библиографический список*

1. **Кодан, С.В.** Источники личного происхождения: понятие, место и роль в изучении истории государственно-правовых явлений // Genesis: исторические исследования. 2014. № 3. С. 60-93.
2. **Медведева, О.В.** Фонды личного происхождения как объект архивного хранения // Вестник тамбовского университета. Серия: гуманитарные науки. 2022. №4. С. 1098-1107.
3. **Данилевский, И.Н.** и др. Источниковедение: Теория. История. Метод. Источники российской истории. – М., 1998. – 466 с.

УДК 005.92

СОРОКИН С.А.

## **ЗАЩИТА КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ В БАНКОВСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Документирование конфиденциальной информации – важная составная часть конфиденциального делопроизводства, так как от правильно оформленного документа зависит качество и эффективность управленческой и производственной деятельности, а также достоверность, юридическая сила и трудоемкость обработки документов. Согласно ГОСТ Р 7.0.8-2013, документирование – это запись информации на носителе по установленным правилам, но в банковских организациях уже несколько лет все данные записываются и хранятся в электронном формате.

Методы защиты конфиденциальной информации делятся на две группы: организационные (разграничение зон ответственности, инструктаж для сотрудников, запрет на пересылку служебной информации на личную электронную почту, разработка документов, которые устанавливают порядок обращения с конфиденциальными данными, создание службы безопасности, внедрение пропускного режима) и технические. Закон не запрещает использование технических или организационных методов защиты данных, если при этом не нарушаются права сотрудников. При этом обязанность по соблюдению режима банковской и коммерческой тайны надо прописать в трудовом договоре. Нельзя заставить человека брать на себя дополнительные обязанности по соблюдению режима банковской и коммерческой тайны, если они не согласовывались с работодателем.

По словам руководства Центрального Банка, утечки информации происходят редко и в основном связаны с работой подрядчиков, которые не соблюдают требования безопасности; также имеют место атаки хакеров на банковские серверы извне. Банки научились работать с такой преступностью: каждый из компонентов банковской инфраструктуры защищен по-своему. Применяются и антивирусы, и средства защиты от всплывающих окон или удаленного доступа на рабочих местах сотрудников, и анти-DDoS, и системы выявления инцидентов внешними путями, и масса других инструментов. Для защиты данных карты клиентов банк использует технологию 3D Secure, а мошенники для своих операций без присутствия карты используют банки, которые не поддерживают данную технологию. Однако, по условиям платежных систем, ответственность за проведение таких операций



берут именно эти банки. Это схема *reliability shift*, которая определяет, что деньги при этом теряет банк, не поддерживающий защиту.

Еще одним способом защиты данных карты является система антифрод, Требования закладывают операторы платежных систем и Федеральный закон от 07.08.2001 №115-ФЗ «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем и финансированию терроризма». Ситуационные центры банков разбирают каждый возможный сценарий проведения мошеннической операции: временные рамки, профиль клиента, использованные магазины. Формируется корреляция для загрузки в систему мониторинга финансовых транзакций, которая позволит выявлять и блокировать аналогичные операции. При работе с Бюро кредитных историй применяются уникальные средства защиты: собственные форматы сообщений, VPN, шифрование. Каждый пользователь использует свой набор уникальных идентификаторов. Банковские организации активно используют информационные технологии как для защиты конфиденциальной информации (3D Secure, система антифрод, big data, антивирусы, шифрование, VPN и т.д.)

---

**Волкодаева, А.В.** Обеспечение безопасности информации на основе использования системы конфиденциального делопроизводства / А.В. Волкодаева, А.В. Чулков // Современные проблемы и пути их решения в науке и образовании. 2019. № 8. С. 30-36.

УДК 930.251

ЧЕЛПАНОВА А.С.

## **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СФЕРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЛИТИЧЕСКОГО АРХИВА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С 2016 г. в Государственном общественно-политическом архиве Нижегородской области плановое сканирование описей проводится с применением автоматизированных информационных технологий: сканера, принтера, программы по редактированию электронного формата листа описи *IrfanView*. Применение данной технология сопряжено с рядом проблем, основной из которых является проблема программного обеспечения. Перевод в PDF-формат осуществляется с помощью интернет-сайтов, а не с помощью специализированной программы для архива. Таким образом данные, загруженные в интернет, могут стать общедоступными, что недопустимо, так как архив содержит, в том числе, засекреченные документы. К тому же объем загружаемой архивной документации большой, и интернет-программа с ним не справляется на должном уровне.

Пример ГКУ ГОПАНО показывает, что государственные архивы столкнулись с нехваткой специально разработанных архивных программ не только для перевода документов из изображения в PDF-формат, но и при выполнении других операций с документами. Они вынуждены прибегать к использованию интернет-ресурсов, что сильно замедляет работу архива и делает загружаемые документы уязвимыми. Проблема, требующая комплексного подхода к ее решению, усугубляется нехваткой квалифицированных кадров. Необходимо отметить также, что используемая в ГКУ ГОПАНО программа *IrfanView* для просмотра и воспроизведения графических, видео- и аудиофайлов имеет только лишь набор инструментов по редактированию файлов и не создана специально для работы в архивах. Использование этой программы затрудняется тем, что она имеет интерфейс на английском языке. Множество разработанных программ для просмотра и редактирования графических файлов не подходят для архивистов.

Обозначенные проблемы на современном этапе требуют решения на государственном уровне, т.е. детальная проработка и качественное исполнение унифицированной программы, которая будет охватывать все тонкости и аспекты при работе с архивными документами. Для дальнейшего развития автоматизированных архивных технологий необходимо внедрять и перерабатывать информационные технологии, а именно заняться разработкой дополнительных вспомогательных программ для государственных архивов в том числе и для ГКУ ГОПАНО. Данные программ помогут архивистам с переводом форматов документа, редактированием его отдельных листов. Также частичное обновление компьютерного парка или закупка новой техники способствует лучшей работе программ, упрощает и ускоряет любую работу архива. Повышение образовательного и профессионального уровня, в свою очередь, способствует более эффективной и без ошибочной работы с информационными технологиями.

### ***Библиографический список***

1. **Стрюкова, Е.П.** Пути и проблемы автоматизации архивного дела в России // Архивы России и Польши: история, проблемы и перспективы развития: сб. науч. тр.— Екатеринбург: Издательство Урал. ун-та, 2013. — С. 226-235.
2. **Трофимова, В.С.** Проблемы внедрения информационных технологий в архивном деле / В.С. Трофимова, А.П. Саманцов // Научный вестник Крыма. 2017. № 4(9). С. 20.
3. **Хорошун А.А.** Перспективные направления использования информационных технологий в архивном деле // Документ в современном обществе: соединяя пространство и время: материалы XIV Всероссийской студенческой научно-практической конференции. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2021. С. 141-145.

УДК 005.92

ШАКАРОВА И.А.

### **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕГИСТРАЦИИ ДОКУМЕНТОВ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Важным аспектом совершенствования документационного обеспечения управления является оптимизация регистрации и учета документов. До недавнего времени регистрация документов осуществлялась в бумажных журналах и книгах. При такой системе информационно-поисковым образом документа является строка в журнале, а базой данных – сам регистрационный журнал. В силу того, что традиционный способ является достаточно трудоемким, не исключает возможность повторной регистрации, а также затрудняет поиск необходимых документов, большинство организаций переходит на электронную регистрацию, которая имеет свои преимущества заполнения и удобные механизмы поиска. В отличие от карточной или журнальной, данная форма имеет ряд преимуществ:

- быстрый поиск документов по любому реквизиту или реквизитам регистрационно-контрольной карточки;
- автоматическое формирование отчетов, сводок, ведение справочно-аналитической работы по документам;
- возможность одновременно регистрировать документы на нескольких рабочих местах, автоматический контроль за исполнением документа;
- возможность организации децентрализованной регистрации документов в структурных подразделениях с объединением сведений о всех документах в одной базе и другие.

Рынок СЭД в последние годы является одним из самых динамично развивающихся сегментов отечественной ИТ-индустрии. На данный момент имеется девять наиболее распространенных в России СЭД: Directum (разработчик компания Directum), DocsVision (компания DocsVision), Globus Professional (разработчик компания «Проминфосистемы»), PayDox (разработчик Paybot), «1С:Документооборот» (компания «1С»), «Босс-референт» (ООО «БОСС-Референт», группа компаний «АйТи»), «ДЕЛО» (разработчик компания «Электронные офисные системы»), «ЕВФРАТ» (разработчик Cognitive Technologies), «МОТИВ» (компания «Мотив») и др. Самыми популярными из систем автоматизации документооборота в России являются DIRECTUM, DocsVision, GlobusProfessional, PayDox, 1С. Эти системы позволяют оперативно, слаженно и четко проделывать множество операций с документами, в том числе регистрацию документов. Государственные учреждения (организации) в крупнейших, крупных и больших городах России уже несколько лет отлажено пользуются автоматизированной регистрацией документов. В средних и малых городах с этим значительно хуже. В последнее время выявляются следующие проблемы, связанные с электронной системой регистрации:

1) нехватка профессиональных специалистов при внедрении новых информационных технологий: большинство профессиональных специалистов стремятся развиваться себя в крупных городах, поскольку возможностей там намного больше, и это касается не только информационных технологий, но и любой другой сферы;

2) отсутствие единых, стандартизированных требований к системам электронного документооборота;

3) несогласованность действий специалистов компьютерных технологий и специалистов службы делопроизводства, выявляемая уже на уровне терминологии – работники службы ДОУ и разработчики внедрения компьютерных технологий иногда могут одним и тем же словом обозначать совершенно разные понятия.

Автоматизация делопроизводства ведет к повышению качества и скорости работы с документами, способствует экономии рабочего времени специалистов. Она позволяет вносить значительно больше сведений о документах, позволяет организовать эффективный контроль за исполнением документов, организовывать децентрализованную регистрацию документов в структурных подразделениях с объединением сведений о документах в единой базе данных организации.

### ***Библиографический список***

1. **Анодина Н.Н.** и др. Автоматизация регистрации документов в государственных учреждениях // Информационное общество. 2018. № 3. С. 4-20.

2. **Меркулов, С.С.** Регистрация документов с помощью системы автоматизации документооборота DOCSVISION // I студенческая научно-практическая конференция «Информация и общество». – С. 168.

3. **Панжар, М.Ю.** Электронные журналы регистрации как эффективный инструмент ведения учета и информационно-справочной работы по документам // Документ в современном обществе: соединяя пространство и время: материалы XIV Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Екатеринбург, 09-10 апреля 2021 г. – Екатеринбург: УрФУ, 2021. – С. 68-72.

УДК 514.7

ДОГАДИНА И.А., БАГАЕВ А.В.**АТТРАКТОРЫ ДВУХ НЕСОБСТВЕННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПОДОБИЯ  
ПЛОСКОСТИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Системой итерированных функций (СИФ) на полном метрическом пространстве  $X$  называется конечное семейство сжимающих преобразований  $S = \{f_1, \dots, f_m\}$ , заданных на  $X$ . Непустое компактное множество  $A \subset X$  называется аттрактором СИФ  $S$ , если  $f_1(A) \cup \dots \cup f_m(A) = A$ . Согласно теореме Хатчинсона для любой СИФ  $S$  существует единственный аттрактор  $A$ .

Аттракторы СИФ, состоящих из двух собственных преобразований подобия плоскости, исследовались в работах Барнсли, Харрингтона, Бандта, Соломяка и др.

В настоящей работе исследуется аттрактор  $A$  СИФ  $S = \{f_1, f_2\}$ , состоящей из двух несобственных преобразований подобия плоскости.

Удобно рассматривать эти преобразования на комплексной плоскости  $C$ . Не нарушая общности, можно считать, что  $f_1(z) = \alpha_1 \bar{z}$ ,  $f_2(z) = \alpha_2 (\bar{z} - 1) + 1$ ,  $\alpha_k = \lambda_k e^{i\varphi_k}$ ,  $\lambda_k \in (0, 1)$ ,  $k = 1, 2$ , где  $\bar{z}$  – комплексное число, сопряженное с комплексным числом  $z$ .

Известно, что аттрактор  $A$  СИФ  $S$  является либо связным множеством, либо вполне несвязным. Доказано, что при условии  $\lambda_1^2 + \lambda_2^2 \geq 1$  аттрактор  $A$  является связным множеством.

Если  $\varphi_k \in \{0, \pi\}$ ,  $k = 1, 2$ , то аттрактор  $A$  является либо отрезком, лежащем на действительной прямой ( $\lambda_1 + \lambda_2 \geq 1$ ), либо канторовым множеством в отрезке ( $\lambda_1 + \lambda_2 < 1$ ).

Пусть  $\varphi_k \notin \{0, \pi\}$ ,  $k = 1, 2$ ,  $|\varphi_2 - \varphi_1| \in \{0, \pi\}$ . Если  $\lambda_k (\lambda_k + \lambda_j) < 1, \forall k, j = 1, 2, k \neq j$ , то аттрактор  $A$  является канторовым множеством в четырехугольнике. Если хотя бы одно из этих неравенств не выполнено, то  $A$  – связное множество, причем при  $\lambda_k (\lambda_k + \lambda_j) \geq 1, \forall k, j = 1, 2, k \neq j$ , аттрактор  $A$  совпадает с четырехугольником.

При выполнении условий  $\lambda_k (\lambda_k + \lambda_j) \leq 1, \forall k, j = 1, 2, k \neq j$ , размерности Минковского и Хаусдорфа аттрактора  $A$  совпадают и равны  $d$ , где  $d$  удовлетворяет равенству  $\lambda_1^d + \lambda_2^d = 1$ .

В частности, если  $\alpha_1 = \alpha_2 = \lambda e^{i\varphi}$ ,  $\varphi \notin \{0, \pi\}$ , то аттрактор  $A$  является либо параллелограммом ( $\lambda \geq 1/\sqrt{2}$ ), либо канторовым множеством в параллелограмме ( $\lambda < 1/\sqrt{2}$ ).

), причем в этом случае размерности Минковского и Хаусдорфа аттрактора  $A$  совпадают и равны  $d = -\ln 2 / \ln \lambda$ . Если  $\varphi \in \{0, \pi\}$ , то аттрактор  $A$  является либо отрезком, лежащем на действительной прямой ( $\lambda \geq 1/2$ ), либо канторовым множеством в отрезке ( $\lambda < 1/2$ ).

Известно, что для СИФ, состоящей из двух собственных преобразований подобия  $f_1(z) = \alpha z$ ,  $f_2(z) = \alpha(z-1) + 1$ , граница множества  $M$  тех значений  $\alpha$ , для которых аттрактор  $A$  связан, имеет сложную структуру и является фракталом.

Множество  $M$  введено Барнсли и Харрингтоном и названо множеством Мандельброта пары линейных отображений по аналогии с классическим множеством Мандельброта в комплексной динамике.

Из результатов нашей работы следует, что множеством Мандельброта для пары несобственных преобразований подобия  $f_1(z) = \alpha \bar{z}$ ,  $f_2(z) = \alpha(\bar{z}-1) + 1$  является множество

$$M = \left\{ \alpha \in \mathbb{C} \left| \frac{1}{\sqrt{2}} \leq |\alpha| < 1 \right. \right\} \cup \left\{ \alpha \in \mathbb{C} \left| |\alpha| \in \left[ \frac{1}{2}, \frac{1}{\sqrt{2}} \right), \operatorname{Im} \alpha = 0 \right. \right\},$$

его граница имеет простую структуру и не является фракталом.

УДК 519.25

ЗАЙЦЕВА М. Ю., КОСТЕНКО И.С.

### **АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СХОДА ГИПОТЕТИЧЕСКОГО ОПОЛЗНЯ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ О. САХАЛИН**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,  
Нижний Новгород

Специальное конструкторское бюро средств автоматизации морских исследований  
ДВО РАН, Южно-Сахалинск

Антропогенное и техногенное воздействие на геологическую среду часто приводит к активизации оползневого процесса и повышает их риск возникновения, а также риск возникновения сопутствующих процессов, в том числе цунами оползневого зарождения на урбанизированных и селитебных территориях.

Моделирование цунами оползневого зарождения представляет большой научно-практический интерес, поскольку они труднопрогнозируемы и не всегда приурочены к какому-либо дискретному событию (землетрясениям, извержениям вулканов, циклонам и др.). Потеря устойчивости грунтов происходит при постепенном снижении физико-механических характеристик и проявления реологических свойств грунтов. Как правило, триггером для обрушения оползневого массива являются события, несущественные по своим масштабам, но достаточные для активизации данного геологического процесса.

Целью данной работы является анализ результатов численного моделирования схода гипотетического оползня в прибрежной зоне о. Сахалин. По итогам геологической экспедиции были определены его характеристики и параметры.

В результате проведенного численного моделирования нескольких сценариев схода этого оползня получены гидродинамические характеристики поверхностных волн, вызванных его движением. Отметим, что не все сценарии привели к возбуждению водной поверхности. Определены критические характеристики данного источника, при которых

будут наибольшие высоты волн и воздействие на прибрежную инфраструктуру данного района о. Сахалин.

УДК 532.59

КОКОУЛИНА М.В., КУРКИНА О.Е., ТАЛИПОВА Т.Г.,  
КУРКИН А.А., ПЕЛИНОВСКИЙ Е.Н.

## **КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВНУТРЕННИХ ВОЛН В ЯПОНСКОМ МОРЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток.  
Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова РАН, Нижний Новгород.

Внутренние волны, существование которых обусловлено плотностной дифференциацией водных слоев в толще океана, ответственны за многие происходящие в океане процессы. Они могут распространяться на сотни километров, оказывая влияние на экосистему и части подводных гидротехнических сооружений [1-2]. Формы нелинейных внутренних волн в стратифицированном океане хорошо описываются стационарными решениями уравнения Гарднера [3]. Модель на основе уравнения Гарднера дает возможность по интегральным экзогенным параметрам-коэффициентам произвести экспресс-оценки типов стационарных волн, описание их эволюции и возможные амплитуды.

В настоящей работе для оценки влияния максимальной сезонной разницы в стратификации вод Японского моря на параметры внутренних волн используются карты информативных параметров стратификации плотности, рассчитанные по усредненным данным цифрового климатологического атласа с открытым доступом WOA18 (World Ocean Atlas 2018 <https://www.ncei.noaa.gov/>) за летний и зимний периоды с разрешением  $1/4^\circ$ . Показано, что основные качественные особенности географического распределения линейных параметров (скорости распространения длинных волн и дисперсии) внутренних волн в Японском море не изменяются от сезона к сезону, однако при этом они достаточно контрастны, и скорость, и дисперсия волн летом всюду выше, чем зимой. На основе плоскости параметров квадратичной и кубической нелинейности ( $\alpha$ ,  $\alpha_1$ ) построены карты распределения возможных типов солитонов в Японском море. Полученные результаты могут использоваться при настройке численных экспериментов для оценки динамических эффектов с точки зрения наносов и подводных сооружений, расчета орбитальных скоростей, оценки расстояния переноса нейтральных и инертных частиц в потоках, индуцированных длинными короткопериодными волнами.

Работа выполнена при поддержке Лаборатории нелинейной гидрофизики и природных катастроф ТОИ им. В.И. Ильичева ДВО РАН, грант Министерства науки и высшего образования РФ соглашение № 075-15-2022-1127 от 01.07.2022 г.

### ***Библиографический список***

1. Woodson, C. B. The fate and impact of internal waves in nearshore ecosystems //Annual review of marine science. – 2018. – Т. 10. – С. 421-441. DOI:10.1146/annurev-marine-121916-063619

2. Cai, S. Forces and torques exerted by internal solitons in shear flows on cylindrical piles / S. Cai, X. Long, S. Wang // Applied Ocean Research. – 2008. – Т. 30. – №. 1. – С. 72-77. DOI: 10.1016/j.apor.2008.03.001
3. Grimshaw, R. Simulation of the transformation of internal solitary waves on oceanic shelves/ R. Grimshaw, E. Pelinovsky, T. Talipova, A. Kurkin//Journal of physical oceanography. – 2004. – Т. 34. – №. 12. – С. 2774-2791.

УДК 551.46

КУЗНЕЦОВ П.Д., РУВИНСКАЯ Е.А., КУРКИНА О.Е., КУРКИН А.А.

## **АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ВНУТРЕННИХ ВОЛН НА СТРАТИФИЦИРОВАННОМ МОРСКОМ ШЕЛЬФЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВУХ ПОЛНОНЕЛИНЕЙНЫХ ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для двумерных разрезов, построенных в шельфовой зоне о. Сахалин, выполнено моделирование и исследование трансформации баротропного прилива в бароклинный с последующим образованием внутренних боров. Проведено сравнение результатов моделирования в рамках двух широко используемых полнонелинейных моделей, позволяющих исследовать динамику внутренних волн. Первая из рассмотренных моделей основана на системе уравнений гидродинамики невязкой несжимаемой стратифицированной жидкости в вертикальной плоскости в приближении Буссинеска, на поверхности океана используется приближение «твердой крышки». Вторая модель SUNTANS – реализует численное решение трехмерной системы уравнений Навье-Стокса в приближении Буссинеска методом конечных объемов, в этой модели верхняя граница представляет собой свободную поверхность. Для обеих моделей граничное условие на дне ставится как условие непротекания на профиле дна, правая и левая границы задаются открытыми. Для инициализации моделей задается топография дна, горизонтально-однородное поле плотности морской воды, значение параметра Кориолиса, а также скорость баротропного прилива на границе расчетной области. Данные о плотностной стратификации и профиле дна были получены из климатического атласа GDEM для июля. Использовался многокомпонентный прилив, амплитуды и фазы которого определены из модели TPXO 8 (A TOPEX/Poseidon Global Tidal Model), основанной на данных спутниковой альтиметрии.

В модели SUNTANS используется сложная пространственная сетка, состоящая из треугольных ячеек в горизонтальной плоскости и слоев на произвольном отдалении по вертикали. Для работы с данными в такой пространственной сетке был разработан набор программных инструментов для инициализации модели и обработки результатов её выполнения. В программном комплексе была реализована отрисовка с возможностью выгрузки значений волновых полей, а также расчет некоторых характеристик внутренних волн: в частности, был реализован алгоритм вычисления  $x-t$  диаграмм смещения изопикнической поверхности, определяемой глубиной в невозмущенном состоянии, и методы спектрального анализа таких диаграмм.

Был реализован программный модуль для оценки транспортных характеристик внутренних волн. Этот модуль работает за счет добавления в заранее заданные координаты расчетной области частиц (трассеров) с задаваемой плотностью. В ходе выполнения моделирования модуль аппроксимирует значения полей компонент скорости в окрестности трассера и интегрирует их для вычисления траектории движения. Таким образом получается

достичь высокой точности расчета траекторий трассеров без необходимости частого сохранения значений волновых полей. Траектории, полученные с помощью данного модуля, сравнивались с рассчитанными в рамках слабонелинейной теории – показано качественное соответствие траекторий в рамках этих двух подходов.

Выполненное в данной работе сравнение результатов моделирования длинных внутренних волн в рамках двух разных моделей позволяет оценить корректность получаемых результатов. Анализ транспортных характеристик внутренних волн может применяться как для исследования передвижений планктонных организмов в толще воды (в приложении к экологическим задачам), так и для анализа процессов перемещения седиментов у дна (что может быть полезно в том числе для различных инженерных задач).

УДК 514.7

ЛЕТНЕВА Е.С., БАГАЕВ А.В.

## **ОБ ОДНОМ СЕМЕЙСТВЕ САМОАФФИННЫХ МНОЖЕСТВ НА ПЛОСКОСТИ, ЗАДАНЫХ СОБСТВЕННЫМ И НЕСОБСТВЕННЫМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯМИ ПОДОБИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Пусть  $S = \{f_1, \dots, f_m\}$  – конечное семейство сжимающих преобразований полного метрического пространства  $X$ ,  $m \geq 2$ . Непустое компактное подмножество  $A \subset X$  называется самоподобным, если  $f_1(A) \cup \dots \cup f_m(A) = A$ . Согласно теореме Хатчинсона для любого конечного семейства сжимающих преобразований  $S$  пространства  $X$  существует единственное самоподобное множество  $A$ . Если  $X$  является  $n$ -мерным арифметическим пространством, а самоподобное множество  $A$  определяется линейными преобразованиями, то множество  $A$  называется самоаффинным.

Самоаффинные множества, задаваемые двумя линейными преобразованиями, исследовались в работах Барнсли, Харрингтона, Бандта, Соломяка и др.

В настоящей работе исследуются самоаффинные множества  $A(\lambda_1, \lambda_2)$ , задаваемые несобственным и собственным преобразованиями подобия комплексной плоскости  $f_1(z) = \lambda_1 i \bar{z}$ ,  $f_2(z) = \lambda_2 iz + 1 + \lambda_2^2$ ,  $\lambda_1, \lambda_2 \in (0, 1)$ .

Известно, что самоаффинное множество, определяемое двумя преобразованиями, является либо связным, либо вполне несвязным. Доказано, что если выполнено условие  $\lambda_1^2 + \lambda_2^2 \geq 1$ , то самоаффинное множество  $A(\lambda_1, \lambda_2)$  является связным.

Пусть  $\lambda_1 < \lambda_2$ . Если  $\lambda_1(\lambda_1 + \lambda_2) \geq 1$ , то самоаффинное множество  $A(\lambda_1, \lambda_2)$  представляет собой шестиугольник  $P(\lambda_1, \lambda_2)$  с вершинами в точках  $0$ ,  $1 + \lambda_2^2$ ,  $1 + \lambda_2^2 + i\lambda_2(1 + \lambda_2^2)$ ,  $(1 + \lambda_2^2)(1 - \lambda_2^2 + i\lambda_2)$ ,  $(1 + \lambda_2^2)(1 - \lambda_2^2 + i\lambda_1)$ ,  $\lambda_1(1 + \lambda_2^2)i$ . Если  $\lambda_2(\lambda_1 + \lambda_2) < 1$ , то  $A(\lambda_1, \lambda_2)$  – канторово множество в шестиугольнике  $P(\lambda_1, \lambda_2)$ , причем при  $\lambda_2(\lambda_1 + \lambda_2) \leq 1$  размерности Минковского и Хаусдорфа множества  $A(\lambda_1, \lambda_2)$  совпадают и равны  $d$ , где  $d$  удовлетворяет равенству  $\lambda_1^d + \lambda_2^d = 1$ .



Пусть  $\lambda_1 > \lambda_2$ . Доказано, что при  $\lambda_1(\lambda_1 + \lambda_2) \geq 1$  самоаффинное множество  $A(\lambda_1, \lambda_2)$  является связным, причем если  $\lambda_2(\lambda_1 + \lambda_2) \geq 1$ , то  $A(\lambda_1, \lambda_2)$  представляет собой шестиугольник  $P(\lambda_1, \lambda_2)$  с вершинами в точках  $0$ ,  $1 + \lambda_2^2$ ,  $1 + \lambda_2^2 + i\lambda_2(1 + \lambda_2^2)$ ,  $(1 + \lambda_2^2)\lambda_2(\lambda_1 + i)$ ,  $(1 + \lambda_2^2)\lambda_1(\lambda_2 + i)$ ,  $\lambda_1(1 + \lambda_2^2)i$ . Если  $\lambda_1(\lambda_1 + \lambda_2) < 1$ , то  $A(\lambda_1, \lambda_2)$  – канторово множество в шестиугольнике  $P(\lambda_1, \lambda_2)$ , причем при  $\lambda_1(\lambda_1 + \lambda_2) \leq 1$  размерности Минковского и Хаусдорфа множества  $A(\lambda_1, \lambda_2)$  совпадают и равны  $d$ , где  $d$  удовлетворяет равенству  $\lambda_1^d + \lambda_2^d = 1$ .

Пусть  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$ . Если  $\lambda \geq 1/\sqrt{2}$ , то самоаффинное множество  $A(\lambda)$  является прямоугольником  $P(\lambda)$  с вершинами в точках  $0$ ,  $1 + \lambda^2$ ,  $1 + \lambda^2 + i(\lambda + \lambda^3)$ ,  $i(\lambda + \lambda^3)$ . Если  $\lambda < 1/\sqrt{2}$ , то  $A(\lambda)$  – канторово множество в прямоугольнике  $P(\lambda)$ . Доказано, что размерности Минковского и Хаусдорфа множества  $A(\lambda)$  совпадают и равны

$$d = \begin{cases} -\ln 2 / \ln \lambda, & \lambda \in (0, 1/\sqrt{2}), \\ 2, & \lambda \in [1/\sqrt{2}, 1). \end{cases}$$

Построены самоаффинные множества  $A(\lambda_1, \lambda_2)$  при различных значениях параметров  $\lambda_1, \lambda_2 \in (0, 1)$ .

УДК 517.91

ЛЕШЕХВА Е.Н., ЕПИФАНОВ С.А., КОКОУЛИНА М.В., БАРЫКИНА А.А.

### **ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА УМЕРШИХ ОТ COVID-19 В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний  
Новгород

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток.

Коронавирус (SARS-CoV-2) – это инфекционное заболевание, которое быстро распространилось по всему миру в конце декабря 2019 года и стало глобальной проблемой. Вирус вызывает болезнь COVID-19, которая может иметь тяжелые последствия для здоровья и даже привести к летальному исходу. Изучение заболеваемости и смертности от COVID-19 стало особенно важным для принятия мер по борьбе с пандемией. Применение различных математических моделей помогает предсказать динамику распространения вируса, определить эффективность мер по контролю за эпидемией и принять решения о необходимости введения новых ограничительных мер или снятия старых. Например, в работах [1-4] показана применимость простейших малопараметрических моделей для описания динамики заболеваемости COVID-19. Для исследования смертности часто используют регрессионный анализ [5].

В настоящей работе проведена аппроксимация количества умерших за весь период эпидемии коронавируса в Нижегородской области. Были использованы официальные данные по заболеваемости и количеству умерших от COVID-19 Коммуникационного центра Правительства Российской Федерации, опубликованные на интернет-ресурсе «стопкоронавирус.рф». В Нижегородской области до настоящего момента было выделено

семь волн эпидемии, проведен анализ линейной регрессии (зависимость прироста количества умерших от времени) для каждой волны и по сезонам года. Выполнено сравнение угла наклона регрессионной прямой. Динамику умерших по месяцам можно описать Гауссовой функцией с коэффициентом доверия  $R^2 = 0.828$ . Пик смертности от коронавируса приходится на октябрь и ноябрь 2021 года. Значительное снижение количества умерших происходило в период с весны 2022 года по весну 2023 года, что согласуется с известными статистическими данными. Выполнено сравнение полученных результатов с некоторыми регионами РФ, схожими по плотности населения.

### ***Библиографический список***

1. **Pelinovsky, E.** Logistic equation and COVID-19 / E. Pelinovsky, A. Kurkin, O. Kurkina, M., Kokoulina, M., Epifanova // Chaos, Solitons & Fractals. – 2020. – Т. 140. – С. 110241. DOI: 10.1016/j.chaos.2020.110241
2. **Pelinovsky, E.** Gompertz model in COVID-19 spreading simulation / E Pelinovsky, M. Kirillin, M. Kokoulina, A. Epifanova, A. Kurkin, O. Kurkina, M. Tang, E. Macau // Chaos, Solitons & Fractals. – 2022. – Vol. 154. – P. 111699.
3. **Куркин, А.А.** Логистические модели распространения эпидемий /А. А. Куркин, О. Е. Куркина, Е. Н. Пелиновский //Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2020.– №.2 (129). – С. 9-18.
4. **Кокоулина, М.В.** Анализ динамики распространения коронавируса с помощью обобщенной логистической модели /М. В. Кокоулина, А. С. Епифанова, Е. Н. Пелиновский, О. Е. Куркина, А. А. Куркин //Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – 2020.–№.3(130). – С. 28-41.
5. **Степанов, В.С.** Оценка уровня смертности, обусловленной SARS-CoV-2 в регионах России, на основе эконометрической модели/В. С. Степанов //Инфекция и иммунитет. – 2022. – Т. 12. – №. 4. – С. 783-789.

УДК 551.465

ПОЛЯКОВ К.С., МАЗОВА Р.Е.

### **СОЗДАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НАКАТА НА БЕРЕГ ВОЛН ЦУНАМИ ОТ ПОДВОДНЫХ ОЧАГОВ В МОРСКИХ АКВАТОРИЯХ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В работе рассматриваются математические алгоритмы расчета генерации, распространения и наката волны на берег и их реализация в программном комплексе. В качестве математической модели для моделирования процесса не обрушающихся длинных волн на берег была взята система нелинейных уравнений мелкой воды. Также рассматривается расчет наката (движение точки уреза волны), используя закон сохранения массы. Для улучшения точности вычисления был использован метод вложенных сеток, которые помогают провести более быстро расчеты и более точно получить результаты наката волны на берег в зависимости от рельефа береговой зоны. В работе поясняется, как этот метод может быть использован для расчета состояния и положения волны в любой момент времени. Проведено сравнение различных алгоритмов расчета.

УДК 551.465

СМИРНОВ Д.Е., СМИРНОВ И.А.

### **ЦУНАМИ ОТ ВУЛКАНА ТОНГА. ГИПОТЕЗЫ И АНАЛИЗ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В работе рассмотрено катастрофическое событие – извержение вулкана Хунга Тонга-Хунга Хаапай 15 января 2022 г. Процесс подготовки и само извержение вулкана Хунга Тонга

вызвало волны цунами, которое наблюдалось во всем мировом океане. Особенностью этого колоссального извержения вулкана Хунга Тонга является предшествующее и последовавшее за ним цунами. Это первое глобальное цунами, вызванное вулканом, зарегистрированное с помощью современных мощных приборов, расположенных по всему миру. Причем первые волны были зафиксированы на береговых станциях раньше, чем это ожидалось [1].

Помимо привычных длинных океанских волн, извержение вулкана стало источником атмосферно-акустических волн (волн Лэмба), которые имеют большую скорость и, взаимодействуя с поверхностью воды, создают точечные локальные цунами во всем мировом океане. Соответственно на береговых станциях удастся зафиксировать две волны цунами. Большинство, имеющихся на данный момент исследований, опираются именно на этот парный механизм генерации цунами, называя его причиной раннего прибытия волн [1]. Однако, согласно полученным данным, волны цунами, пришедшие на побережье Чили и Перу были зафиксированы на 4 часа раньше, чем произошло само извержение вулкана Тонга. Анализ этих данных приводит к гипотезе о возможности оползневой процесса на склоне вулкана Тонга, вследствие процесса формирования геодинамического напряжения в результате подготовки извержения. Далее приведен краткий отчет Инженерного центра по смягчению последствий стихийных бедствий Университета Антофагаста, Чили, по приходу волн цунами на побережье Чили (Centro Ingeniería Mitigación Catástrofes Naturales): Отчет о цунами в Кальяо Перу, Икике, Медхильонес, Антофагаста, Кокимбо, Чили, с севера на юг. «Было отмечено редкое событие, аномальное движение моря, которое начинается примерно в 14:30 UT во всех упомянутых портах. Затем в 18:46 UT начинается запись основного движения, которое очень хорошо совпадает со взрывом и землетрясением магнитудой 5,8°, зарегистрированными РТWS и Геологической службой США на островах Тонга. Записи показывают, что было небольшое цунами, которое пришло раньше, т.е. в 14:30. и длилось до 18:43, то есть на 4 часа раньше, чем произошло извержение вулкана. Для этого цунами не было землетрясения, вызвавшего его. Системы сигнализации включаются, когда происходит землетрясение с магнитудой 5,8°. Это разница в 4 часа. Это требует объяснения».

В данной работе проведено детальное сравнение имеющихся данных мореографных записей, проведен обзор имеющихся работ по данному событию.

---

**Mohammad H., Aditya R. G., Takeo I., Ramtin S., Jadranka Š.** Estimating the eruption-induced water displacement source of the 15 January 2022 Tonga volcanic tsunami from tsunami spectra and numerical modelling. Elsevier 2022, DOI: 10.1016/j.oceaneng.2022.112165

УДК 551.46.086

ТИТЧЕНКО Ю.А., КАРАЕВ В.Ю., МЕШКОВ Е.М., КОВАЛДОВ Д.А., БЕЛЯЕВ Р.В.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ БИСТАТИЧЕСКОЙ ВЗАИМНОЙ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИИ ДВУХ СИГНАЛОВ, РАЗНЕСЕННЫХ ПО ЧАСТОТЕ, ОТРАЖЕННЫХ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ**

Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики  
им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук

Целью данного исследования является анализ условий применимости подхода определения высоты волн на основе измерения взаимной корреляционной функции двух сигналов, близких по частоте, отраженных морской поверхностью в бистатической постановке задачи. Преимуществом использования бистатической постановки задачи

является возможность исследовать области, расположенные на большом расстоянии от излучателя и приемника и при этом оставаться в квазизеркальной области отражения, которая хорошо описывается приближением Кирхгофа. При реализации данного подхода в эксперименте будет измеряться модуль нормированной взаимной корреляционной функции для нескольких пар сигналов с разными частотными базами (разностями частот двух излучаемых сигналов) [1].

Преимуществом данного подхода перед традиционным, основанным на анализе формы отраженного импульса [2], является обеспечение высокой точности определения высоты волн при слабых волнах. В бистатической постановке задачи важным преимуществом исследуемого подхода является возможность получения аналитических формул для решения прямой задачи [3], в отличие от метода, использующего форму отраженного импульса, для которой в бистатической постановке задачи пока нет формул, явно связывающих форму импульса с высотой волн.

В работе используется формула для модуля нормированной взаимной корреляционной функции отраженных сигналов [3], выражающая явную связь с параметрами морских волн и геометрией измерений в бистатической постановке задачи. В работе рассматривается влияние на модуль нормированной взаимной корреляционной функции диаграмм направленности передающей и приемной антенн, дальности до морской поверхности, дисперсии уклонов волн, высоты значительного волнения, величины частотной базы излучаемых сигналов и геометрии зондирования.

Обсуждаются оптимальные варианты схемы измерений. В работе показано, что по кросс корреляционной функции двух сигналов, разнесенных по частоте в бистатической постановке задачи, может быть определена дисперсия высот волн с высокой точностью во всем интервале высот волн. Причем точность работы алгоритма будет максимальной при размещении излучателя с шириной диаграммы направленности симметричной антенны равной 1 градус на высоте до 10 км. В этом случае приемник может располагаться на любой высоте вплоть до размещения на орбите земли без ограничений на диаграмму направленности антенны. Исследование выполнено при поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых (МК-5028.2022.1.5).

### ***Библиографический список***

1. Радиолокация морской поверхности. / Гарнакерьян А. А., Сосунов А. С. – Ростов: Изд. Ростовского университета, 1978. – 144 с.
2. Brown G. The average impulse response of a rough surface and its applications // IEEE Journal of Oceanic Engineering, Vol. 2, No. 1, January 1977. pp. 67-74.
3. Titchenko Y., Karaev V. Cross-Correlation of Radar Signals Separated in Frequency Bistatically Reflected by a Water Surface // IGARSS 2022 - 2022 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 10.1109/igarss46834.2022.9884748 –, 2022. – С. 6787-6790.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ОТРАЖАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ  
АКУСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ОТ ВЕЛИЧИНЫ ВНЕШНЕЙ НАГРУЗКИ  
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ КОНФИГУРАЦИЯХ ОБЪЕКТА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева  
Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова – Грехова Российской академии наук

Использование покрытий в подводном судостроении – один из методов уменьшения отражательной способности в высокочастотной области, когда длина акустической волны мала по сравнению с характерными размерами конструкции. Этот метод позволяет улучшить акустические качества объекта морской техники (повысить скрытность) без значительных изменений его форм. Акустическое поведение звукопоглощающих резин обусловлено взаимодействием звуковой волны с материалом или поверхностью объекта и, в основном, определяется структурой покрытия и условиями эксплуатации.

Доклад посвящен численному исследованию зависимости отражающей способности акустического покрытия от его конфигурации и от внешнего гидростатического давления (учёт влияния напряженно-деформированного состояния). Рассматриваются однородное покрытие и покрытие с полостями. Расчеты проводятся с помощью программного пакета «САТЕС», которое в настоящий момент используется Институтом прикладной физики РАН для решения задач акустического проектирования.

В рамках представленного исследования была разработана технология моделирования звукопоглощающего материала в программном обеспечении «САТЕС», базирующаяся на создании конечно элементной модели, имитирующей экспериментальную установку для определения свойств акустического покрытия. Данная установка представляет собой гидроакустическую трубу с абсолютно отражающими границами, позволяющую создавать волноводное распространение звука от источника-излучателя (монополя). Предложены две методики определения коэффициента отражения звукопоглощающего материала (с использованием интерфейса упомянутого программного пакета): методом приведенных импедансов [1] и методом преобразования Фурье (разложение имеющегося акустического сигнала по амплитудному спектру на входные и отраженные компоненты). Результаты анализа зависимости акустических характеристик покрытия от его структуры были сопоставлены с данными [2], где аналитически исследовались модели покрытия, имеющего те же физико-механические свойства. Продемонстрировано, что результаты находятся в хорошем согласовании друг с другом. Наличие неоднородностей в резине в условиях начальных нагрузок приводит к весоному увеличению абсорбции акустической энергии. Оценка влияния напряженно-деформированного состояния на отражающую способность поглощающих резин с такими полостями показало сдвиг спектрального максимума поглощения в высокочастотную область при увеличении нагрузки. В том числе это обусловлено сжатием полостей, которые обеспечивают резонанс.

Проведенное исследование показало работоспособность предложенной методики численного моделирования акустических характеристик покрытий под давлением.

### Библиографический список

1. Бархатов А.Н. Акустика в задачах: учеб. пособие для физ.-мат. специальностей вузов / А.Н.Бархатов, Н.В.Горская, А.А.Горюнов; под ред. С.Н.Гурбатова-М.:Наука. Физмалит, 1996.-336 с.
2. X.Fu, B.Liu and et al., Sound absorption of a rib-stiffened covered by anechoic coatings, The Journal of the Acoustic Society of America, 2015. №137(3). С. 1551-1556

УДК 624.042.41

ШИЛОВ С.С.

## ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПОКРЫТИЯ ДВОЙКОЙ КРИВИЗНЫ

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Одной из множества проблем при проектировании зданий и сооружений является определение ветровых давлений и характера их распределения по поверхности. В данной работе рассматривается поверхность двойкой кривизны, а именно гиперболический параболоид, которая весьма редко используется при проектировании. Отсутствие методики расчета таких систем является одной из основных причин их малой популярности.

Для сооружений повышенного уровня ответственности аэродинамические коэффициенты устанавливаются на основе математического (численного) моделирования – моделирования твердотельных моделей в специальных программных комплексах, реализующих CFD-технологии математического моделирования (*CFD – Computational Fluid Dynamic*) [1]. Численные методы исследования распределения давлений основаны на решении уравнений Навье-Стокса, описывающего обтекание твердого тела потоком несжимаемой жидкости [2].

В качестве объекта исследования принято круглое в плане сооружение с покрытием двойкой кривизны. Сама поверхность образуется путем сдвига одной параболы вдоль другой. Целью исследования являлось определение влияния изменения геометрических характеристик одной из парабол. Проведено исследование четырех различных моделей при двух взаимно-перпендикулярных направлениях ветра.

Для проведения исследования применялся программно-вычислительный комплекс Ansys CFX. Производилось построение расчетной сетки, задание граничных и начальных условий. В качестве начальных условий задавались профили скорости ветрового потока, интенсивности турбулентности и профиль масштабов длины вихрей. В результате итерационных расчетов достигалась необходимая сходимости решений основных уравнений гидрогазодинамики. В результате расчетов были получены равнодействующие силы на поверхность здания (табл. 1, 2).

**Таблица 1**

**Результаты серии экспериментов №1, кН**

Направление	Номер эксперимента			
	№1	№2	№3	№4
Направление X	96,45	107,31	91,69	89,0
Направление Y	0,46	-0,1	-1,18	-1,02

Равнодействующая	96.45	107.31	91.70	89.01
------------------	-------	--------	-------	-------

**Таблица 2**

**Результаты серии экспериментов №2, кН**

Направление	Номер эксперимента			
	№1	№2	№3	№4
Направление X	39,10	21,96	19,94	35,83
Направление Y	14,52	5,78	0,9	-0,01
Равнодействующая	41,71	22,71	19,96	35,83

Заключения и выводы согласно таблицам 1,2 можно заметить, что при направлении ветра вдоль П1 форма покрытия эксперимента 2 имеет наибольшую равнодействующую, а при перпендикулярном направлении – практически наименьшую. Эксперимент 3 дает наименьшие значения при обоих направлениях ветрового потока.

***Библиографический список***

1. Д. Гельбашц. Экспериментальное и численное исследование влияния покрытия на характеристики ветрового потока между соседними зданиями / Д. Гельбашц, Э. Буйрук, Б. Сахин, К. Карабулут, Д.Е. Алнак // 8-я международная конференция передовых технологий. – Элязыг, 2017. – с. 1648-1655;
2. Темам Р. Уравнения Навье – Стокса. Теория и численный анализ / Р. Темам – М.: Мир, 1981. – 2-е изд.– 408с.

УДК 004.424.5

АНТИПИН А.П., САННИКОВ А.Н.**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ МЕТОДОВ СОРТИРОВКИ**

МБОУ «Лицей №87 им. Л.И. Новиковой» г. Нижний Новгород

Сортировка – один из самых распространенных элементов в задачах программирования. Цель работы – провести сравнительный анализ методов сортировок с целью дальнейшего использования лучших алгоритмов на наборе больших данных.

В работе рассмотрены три наиболее распространенных вида сортировок [1].

1) Сортировка пузырьком (Bubble sort) – это простой алгоритм сортировки, который работает путем многократного прохода через список и сравнения каждой пары соседних элементов. Если элементы не отсортированы в нужном порядке, они меняются местами. Алгоритм повторяется до тех пор, пока все элементы не будут отсортированы. В худшем случае быстродействие алгоритма составляет  $O(n^2)$ , где  $n$  – количество сортируемых элементов.

2) Быстрая сортировка (Quick sort) – это метод сортировки разбивает данные на меньшие куски. Он выбирает элемент из списка (называемый опорным), разделяет список на элементы, меньшие и большие, чем опорный элемент, и затем рекурсивно сортирует каждую часть из этих списков. Быстродействие данного метода в среднем и лучшем случае составит  $O(n \log n)$ , а при наихудшем случае –  $O(n^2)$  [2]. Наихудшая оценка будет достигаться при неудачном выборе опорного элемента.

3) Пирамидальная сортировка (Heap sort) – это алгоритм сортировки, который использует структуру данных пирамида (binary heap) для хранения и организации данных. Пирамида – это двоичное дерево, где каждый узел имеет не более двух дочерних узлов и каждый уровень заполняется слева направо. Работа данного вида сортировки в лучшем и худшем случае гарантированно составит  $O(n \log n)$ [2].

Для тестирования сортировок была выбрана оценка по середине, смысл которой заключается в том, чтобы многократно провести замеры времени работы программы и найти среднее арифметическое значение. В качестве исходного набора данных были выбраны последовательности чисел, расположенных по возрастанию, убыванию и числа, сгенерированные в случайном порядке. Эти значения вводились в таблицу, по которой составлялись графики зависимости времени работы от количества сортируемых чисел для проведения сравнительного анализа. Тестирование производилось на персональном компьютере HP Laptop 15s-fq2002ur. Компьютер оборудован четырёхъядерным процессором Intel Core i5-1135G7 и операционной системой Microsoft Windows 10 версии 2004. В качестве языка программирования был выбран объектно-ориентированный C++.

Таким образом, исходя из сравнительного анализа можно сделать следующие выводы:

- для сортировки случайной последовательности чисел по возрастанию порядке чисел лучше всех себя показала быстрая сортировка;
- для сортировки убывающей и возрастающей последовательностей чисел в обратном порядке самой быстрой оказалась пирамидальная сортировка;
- пузырьковая сортировка оказалась медленнее всех по скорости обработки данных независимо от порядка данных.



### *Библиографический список*

1. Д.Кнут, Искусство программирования. Том 3. Сортировка и поиск, 2-е издание, Диалектика: Киев, 2019г., 832с.
2. Интернет-источник url: <https://habr.com/ru/articles/335920/> (дата обращения 15.03.2023г.)

УДК 621.9.06

БАЛАШОВ П.А., МИНУТИН С.А.

### **О НЕОБХОДИМОСТИ УЧИТЬСЯ, УЧИТЬСЯ И УЧИТЬСЯ**

МБОУ ДО «ЦВР «Ровесник» г. Заволжье  
МБОУ СШ № 17 им. Арюткина Н.В. г. Заволжье

В основе постоянных успехов любой организации от детского сада, школы, вуза до академии наук и, конечно, государства, как наиглавнейшей организации, рождённой обществом, лежит тайна, загадка. В чём она? Попробуем разобраться.

Если организация просто осуществляет свою деятельность в рамках каких-то законов, как, например, многочисленные МУПы, администрации городов, то никакого улучшения может и не происходить. На определённом этапе в деятельности организации теряется такая важная составляющая, как постановка задач и разбор результатов выполнения задач. Совершенно очевидно, что, не извлекая уроки из поставленных задач и их выполнения, утрачивается история, разрушается культура трудовых отношений, утрачивается опыт. Следует понимать, что разбор результатов выполнения задач и отчётная статистика по выполнению задач – это совершенно разные вещи.

Если брать низовые организации с их массой проблем (например, школьных: вывозом мусора занимается одна организация, а уборкой территории, чтобы мусороуборочная машина могла подъехать – другая; текущим обеспечением школьных туалетов мылом, туалетной бумагой, посудомоечными средствами занимается одна организация, а деньги на эти цели выделяет другая и т.д.), то становится очевидно: как и что должно работать, никто не думает. Руководители всех уровней, как правило, подходят к разбору результатов выполняемых задач формально и не используют опыт разборов для решения новых задач.

Есть ли такие принципы управления, как школьный дневник, которые бы ни один руководитель не мог обойти на своём рабочем, руководящем, месте?

Опыт армии по реализации задачи и их разбора, может быть внедрен и в мирную жизнь, тем более, что такой опыт есть почти у всех стран. Почему он актуален в настоящее время? Рынок подразумевает постоянную смену партнёров, следовательно, и на уровне государств идёт постоянное изменение соперников и партнёров.

Есть какие-то фундаментальные принципы, следуя которым, можно решать любые задачи и развивать организацию. Но, что очевидно:

- у любой организации есть руководящий состав с каким-то своим опытом. Этот опыт необходимо научиться систематизировать и пользоваться им;

- «разбор полётов», должен начинаться одновременно с постановкой задачи. Задача тоже может быть поставлена неверно, но от неё, как от приказа, не сбежишь;

- полученный опыт должен быть оформлен, изучен и полезен для будущих действий.

И, наконец, самое главное: учиться должны все, а люди, которым доверена постановка задач, должны учиться более и лучше других подчинённых.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ВЕЩЕСТВА ТВЕРДЫХ ТЕЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ РАЗЛИЧНОЙ ТОЧНОСТИ

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение  
"Школа с углубленным изучением отдельных предметов № 85"

Целью работы является изучение зависимости массы тела от рода вещества и его объема, сопоставляются справочные и вычисленные экспериментальным путем значения плотности тел. В результате проведенных экспериментов устанавливается влияние точности измерений, приборов и методов на результат.

В качестве объектов для определения плотности использовались:

1) регулировочная шайба (используется для регулировки тепловых зазоров в клапанном механизме двигателя внутреннего сгорания) (рис. 1);

2) водопроводная арматура (фильтр грубой очистки) (рис. 2).

Экспериментально определено три значения плотности регулировочной шайбы.

В первом опыте для определения плотности использовалась линейка и кухонные электронные весы. Плотность составила  $7051 \text{ кг/м}^3$ . Вычисленная плотность характерна для чугуновых сплавов [1].

Во втором опыте для определения плотности использовался штангенциркуль и кухонные электронные весы. Плотность составила  $7483 \text{ кг/м}^3$ . Таким образом, при повышении точности только линейных измерений в 5 раз с  $0,5 \text{ мм}$  до  $0,1 \text{ мм}$ , значение рассчитанной плотности шайбы увеличилось и стало приближаться к плотности стали  $7800 \text{ кг/м}^3$  [2].

В третьем опыте для определения плотности использовался электронный микрометр и рычажные технические весы. Плотность составила  $7828 \text{ кг/м}^3$ .

Регулировочная шайба, согласно информации производителя, выполнена из конструкционной легированной стали 20Х. По справочнику [2] плотность данной стали при температуре  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  составляет  $7830 \text{ кг/м}^3$ . Можно сделать вывод, что чем выше точность используемых измерительных приборов, тем точнее результат определения плотности.

При определении плотности водопроводной арматуры использовались различные методы.

В первом случае объем детали определялся методом вытеснения, основанный на законе Архимеда: «Если твердое тело погрузить в жидкость, оно вытеснит объем жидкости, равный объему погруженной в жидкость части тела». Объем вытесненной жидкости определили шприцем. Массу детали измерили на технических весах. Плотность составила  $7616 \text{ кг/м}^3$ .

Во втором случае объем детали определяли методом гидростатического взвешивания.

Деталь взвесили в воздухе, а затем погрузили его в дистиллированную воду и взвесили в воде. При погружении тела в жидкость его вес уменьшается на величину силы Архимеда. Так как сила Архимеда равна весу вытесненной жидкости, то, зная плотность жидкости при температуре опыта, определили ее объем, который, в свою очередь, равен объему погруженного тела. Плотность составила  $8196 \text{ кг/м}^3$ .

Согласно информации производителя, фильтр изготовлен из никелированной латуни ЛС59-2. Плотность сплава марки ЛС59-2 составляет  $8400 \text{ кг/м}^3$ . [3] Однако фактически определенная плотность близка к латунным сплавам с включением алюминия, например, ЛАН59-3-2,  $8200 \text{ кг/м}^3$  [3].

### **Библиографический список**

1. Справочник по конструкционным материалам: Справочник / Б.Н. Арзамасов, Т.В. Соловьева, С.А. Герасимов и др.; Под ред. Б.Н. Арзамасова, Т.В. Соловьевой. –М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 640 с.: ил.
2. Марочник сталей и сплавов. 2-е изд., доп и испр. /А.С. Зубченко, М.М. Колосков, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. А.С. Зубченко – М.;Машиностроение, 2003, 784 с.: илл.
3. ГОСТ 15527-2004 Сплавы медно-цинковые (латуни), обрабатываемые давлением

УДК 631.467

ВАЛОВА М.А., КАЛИНИНА А.А., ШУРАВИН А.С.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОБИОМА ПОЧВЫ**

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева  
МБОУ "Лицей № 8 имени академика Е.К.Федорова"

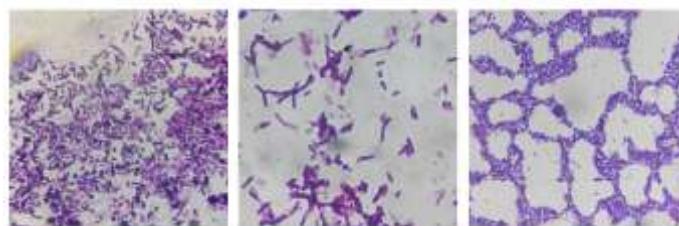
Одними из важных показателей качества почвы являются характер её эксплуатации и санитарное состояние почвенного покрова. Значимую роль в формировании и поддержании состояния почвы играют микроорганизмы, обитающие в ней. Обладая знаниями того, какие организмы обитают в почве конкретного места, можно выявить роль микроорганизмов в её формировании. Целью работы является изучение микробиома почв, отобранных из разных районов города Нижний Новгород, классификация найденных бактерий по морфологическим признакам и выявление оптимальных условий для роста микроорганизмов для сохранения благоприятного состояния почвы.

В качестве объектов исследования использовались два вида почвы, взятые из разных частей Нижнего Новгорода. Первый образец взят рядом с шоссе, где высокая плотность движения машин, но малая проходимость людей. Второй образец взят с территории детской площадки спального района, где не ездят машины, но большая проходимость людей.

В ходе работы было приготовлено несколько разведений исследуемых почв (1:100; 1:10<sup>3</sup>; 1:10<sup>4</sup>), которыми инокулировали чашки Петри с питательной средой (МПА). Спустя 3 дня на каждой чашке Петри был виден слой микроорганизмов.



**Рис. 1. Культуры бактерий образца 1 под увеличением x100**



**Рис. 2. Культуры бактерий образца 2 под увеличением x100**

Для идентификации полученных культур использовались методы определения по морфологии культуры и метод окраски по Граму.

В первом образце явно видно, что преобладают грамотрицательные бактерии. Доминируют палочки, которые собираются в многочисленные группы. Также представлены цепочки стафилококков. Культуры бактерий образца 1 под микроскопическим увеличением на иммерсионном объективе представлены на рис. 1.

Во втором образце преобладают грамположительные бактерии. В основном это стрептококки и бациллы. Из-за неблагоприятных условий некоторые бактерии образуют споры для выживания при низкой температуре. Культуры бактерий образца 2 под микроскопическим увеличением на иммерсионном объективе представлены на рисунке 2.

УДК 621.373.8

ВЕСЕЛОВ М.С., БУЛГАНОВ Д.А., НЕПОКОРОВ М.С., СОБОЛЕВА М.П., ШАПИН А.А.

## КОСМИЧЕСКИЙ ПАРОМ

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Уренская средняя общеобразовательная школа №1»

В нашей работе мы рассматриваем применение систем высокой плотности энергии на примере лазерных технологий. Мы предлагаем проект, который позволит использовать лазерные технологии для передвижения объектов в космическом пространстве.

Из теории Планка мы знаем, что свет – это поток частиц, фотонов. Эти частицы несут импульс, у одной отдельной частицы он ничтожно мал. Но благодаря мощному потоку суммарный импульс фотонов оказывается достаточным для воздействия на материальные объекты.

Исходя из этих данных можно предположить, что если вблизи солнца развернуть некую плоскость, которая будет принимать на себя поток фотонов, то этот объект получит импульс и начнет движение. Назовем плоскость условно солнечным парусом.

Чтобы повысить эффективность установки, увеличить скорость движения, мы предлагаем использовать для воздействия на парус систему мощных лазеров, а солнечный свет использовать для питания ламп-вспышек лазера посредством использования солнечных батарей.

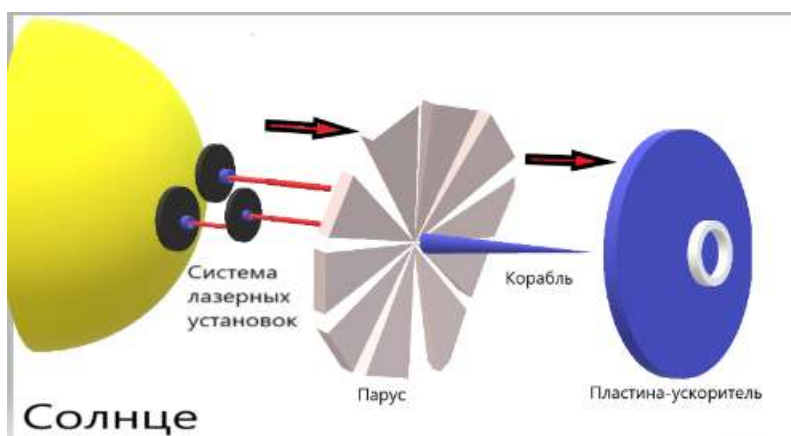


Рис. 1. Эффект Казимира

Эффект Казимира - эффект, заставляющий две металлические пластины притягиваться в вакууме. То есть если близко к парусу расположить пластину такой же площади и быстро развести пластины мы получим в локальной области кратковременный вакуум, парус получит дополнительное ускорение.

В результате разгона корабля мы планируем достичь околосветовой скорости, и запустить аппарат к ближайшей звезде от Солнца – Проксима Центавра. Далее согласно нашей концепции, аппарат, только под действием излучения звезды, вернется обратно к Солнцу.

### **Библиографический список**

1. <https://bibl.laser.nsc.ru/download/202-493all-1.pdf>
2. <https://hi-news.ru/technology/что-такое-solnechnyj-parus-i-kak-on-rabotaet.html>
3. <https://mywatt.ru/poleznaya-informaciya/v-chem-preimuschestva-ispolzovaniya-solnechnyh-batarej-v-kosmose>
4. <http://www.astronet.ru/db/msg/1180604>

УДК 532.555

ГУНЬКО К. Ю., ГУНЬКО Л. Ю., КОЗИНА О. Л.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ РАКЕТЫ НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В СОПЛЕ**

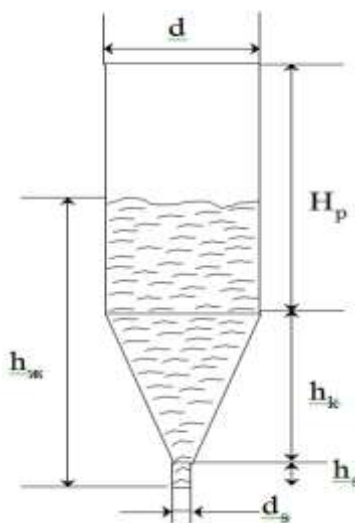
Лицей № 36, г. Нижний Новгород

Лицей № 40, г. Нижний Новгород

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ракетомоделирование широко применяется для популяризации космонавтики и демонстрации принципов реактивного движения школьникам. Среди моделей ракет большое распространение получили пневмогидравлические ракеты, реактивная тяга которых создается за счет высокоскоростного истечения жидкости через сопло ракеты. Оптимизация конструкции такого типа ракет проводилась чисто эмпирически, что не позволяло с достаточной точностью оценить влияние большого числа факторов (давление в баке, геометрические размеры сопла, свойства истекающей жидкости, сопротивление воздуха и т. д.) на полетные характеристики ракеты.

Для оценки влияния параметров течения жидкости в корпусе и сопле ракеты нами были использованы законы гидродинамики. Корпус ракеты, частично заполненный водой, вытекающей под давлением через сопло, схематично представлен на рис. 1.



**Рис. 1. Схематичное изображение пневмогидравлической ракеты:**  
 $d$  и  $H_p$  – диаметр и высота цилиндрической части ракеты;  $h_k$  – высота конической части ракеты;  $h_ж$  – высота жидкости;  $h_s$  – длина сопла;  $d_s$  – диаметр сопла

Для реальных жидкостей течение жидкости описывается уравнением Бернулли:

$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{w_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{w_2^2}{2g} + h_p$ , где  $z_1$  и  $z_2$  – нивелирные высоты;  $p_1$  и  $p_2$  – давление в различных сечениях жидкости;  $h_p$  – потери давления при течении реальной жидкости;  $w_1$  и  $w_2$  – скорости течения жидкости.

Так как сечение корпуса ракеты значительно больше диаметра сопла, то величина  $h_p$  в основном зависит от местного сопротивления в сопле, то есть  $h_p \approx h_m = \xi \cdot \frac{w^2}{2g}$  ( $\xi$  – коэффициент местного сопротивления). После преобразования уравнения Бернулли выражения для скорости потока в сопле имеет вид:  $w = \frac{1}{\sqrt{1+\xi}} \cdot \sqrt{2g(h + \frac{\Delta p}{\rho g})}$ , где  $h$  – высота жидкости в корпусе ракеты,  $\Delta p$  – разность давлений в корпусе ракеты и на выходе из сопла. Вычислив таким образом скорость жидкости в сопле, можно оценить величину реактивной тяги  $F_T = w \cdot \frac{\Delta m}{\Delta \tau}$ , расход жидкости  $Q = w \cdot S_c$  ( $S_c$  – площадь сечения сопла) и соответственно время работы двигателя. Так как скорость ракеты может достигать нескольких десятков метров в секунду, то дополнительно производится расчет аэродинамического сопротивления корпуса ракеты по уравнению  $R_a = C_x \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot S$  ( $S$  – площадь наибольшего поперечного сечения (миделя) ракеты,  $C_x$  – безразмерный коэффициент аэродинамического сопротивления, зависящий от формы ракеты,  $v$  – скорость ракеты,  $\rho$  – плотность воздуха). Большое значение имеют также размеры и форма отверстия сопла. Рассчитанные по приведенным уравнениям параметры работы двигателя и величины сопротивления воздушной среды позволяют определить скорость и высоту полета ракеты.

Однако необходимо учесть, что во время полета ракеты, величины, входящие в уравнение скорости претерпевают значительные изменения. Уменьшается объем воды в корпусе и соответственно падает давление, уменьшение давления приводит к снижению скорости истечения жидкости из сопла и соответственно к падению тяги двигателя, уменьшается суммарный вес ракеты. В то же время снижение веса облегчает взлет ракеты.

Для учета всех этих факторов была разработана программа расчетов на ЭВМ, позволяющая определить полетные характеристики ракеты в любой момент времени в зависимости от конструктивных особенностей корпуса ракеты, формы и геометрических размеров сопла, давления воздуха в корпусе, начального объема воды и т. д.

Программный интерфейс и результаты работы программы представлены на рис. 2.

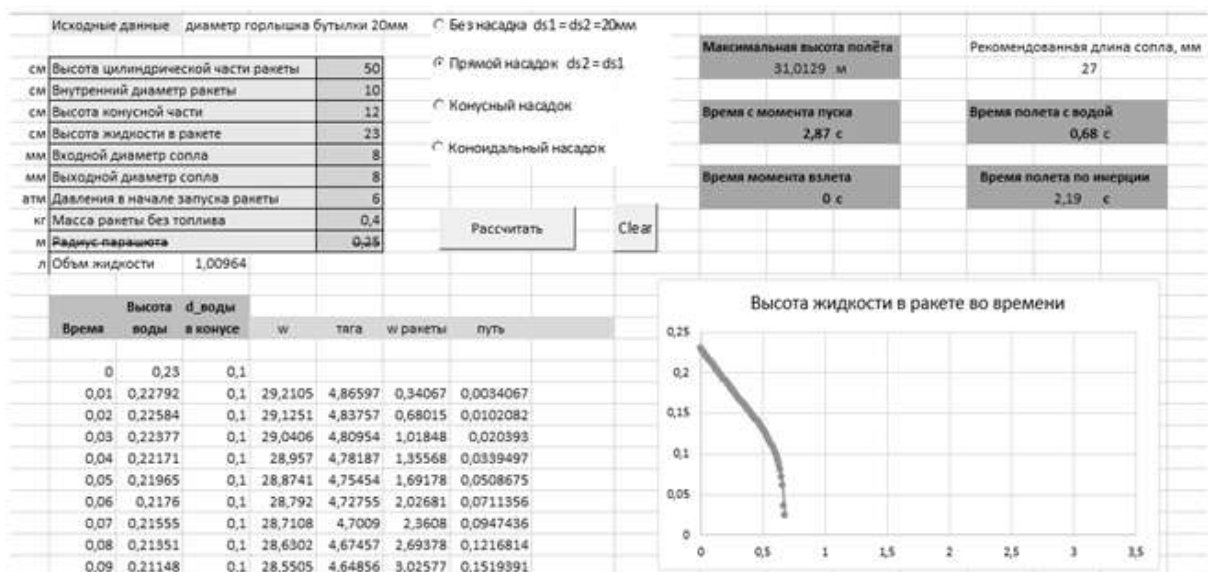


Рис.2. Программный интерфейс

Оптимизация конструктивных особенностей пневмогидравлической ракеты с использованием разработанной программы для ЭВМ позволила добиться высоких полетных харак-

теристик ракеты, что было доказано на Всероссийских соревнованиях “Реактивное движение”, проводимых в г. Калуга. Команда школьников лицея № 36 в категории “Одноступенчатые пневмогидравлические ракеты” стала победителем этих соревнований.

УДК 519.688

ГУНЬКО Л. Ю., ГАЙ В. Е., СОЛЯНИК Д. Р.

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОНАЛЬНОСТИ ТЕКСТА

Лицей № 40, г. Нижний Новгород

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Нейронные сети являются одним из самых актуальных инструментов для анализа тональности текста. В эпоху растущего количества информации и общения в социальных сетях, необходимость в анализе тональности общественного мнения возрастает. Нейронные сети позволяют автоматизировать этот процесс, давая быстрые и точные результаты.

Цель работы – классифицировать входные данные как имеющие положительную (positive) или отрицательную (negative) тональность. Для создания нейронной сети воспользуемся библиотеками TensorFlow от Google и Keras для удобного и быстрого взаимодействия с кодом сети.

Для выполнения поставленной цели можно выбрать рекуррентные нейронные сети (Recurrent Neural Networks, RNN) (LSTM или GRU) или свёрточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks, CNN).

Нейронная сеть должна принимать на вход последовательности кодов, присвоенных словам. Возникает проблема присваивания таких кодов. В результате, принято решение создать отдельную нейронную сеть для токенизации слов. Было написано несколько вариантов сети. Как видно, наилучшие результаты показывает свёрточная сеть. Она и будет использоваться.

Набор данных	Тип сети		
	Свёрточная	LSTM	GRU
Sentiment Analysis in Russian	0.8347	0.8347	0.8341
ABSA	0.7677	0.7667	0.7662

**Рис. 1. Результаты на валидационных данных**

```

model_first = Sequential()
model_first.add(Embedding(33, 33, input_length=maxlen))
model_first.add(Conv1D(32, 5, activation='relu'))
model_first.add(Flatten())
model_first.add(Dense(128, activation='relu'))
model_first.add(Dropout(0.2))
model_first.add(Dense(1, activation='sigmoid'))

model_first.compile(loss='binary_crossentropy', optimizer='adam', metrics=['accuracy'])

print(model_first.summary())

```

**Рис. 2. Свёрточная сеть для токенизации слов**

Были протестированы различные архитектуры нейронных сетей. Лучшие результаты показали сети с применением отдельной нейронной сети для токенизации слов. Так как, несмотря на переобучение, Word2Vec выдавал достаточно большие показатели точности, были протестированы методы без использования отдельной нейронной сети для токенизации слов. Она была заменена Word2Vec.

Набор Данных	Тип Сети					
	Свёрточная	LSTM	GRU	Свёрточная+W2V	LSTM+W2W	GRU+W2V
Sentiment Analysis in Russian	0.8797	0.8283	0.8306	0.8389	0.8207	0.8311
ABSA	0.8943	0.8133	0.8130	0.7898	0.8069	0.8069
Twitter	0.7549	0.6405	0.6377	0.7425	0.5063	0.5063

**Рис. 3. Результаты на валидационных данных**

```

max_words=10000
model = Sequential()
model.add(Embedding(max_words, 8, input_length=500))
model.add(Conv1D(100, 5, activation='relu'))
model.add(MaxPooling1D(pool_size=2))
model.add(Dropout(0.2))
model.add(Conv1D(200, 5, activation='relu'))
model.add(MaxPooling1D(pool_size=2))
model.add(Flatten())
model.add(Dense(512, activation='relu'))
model.add(Dropout(0.2))
model.add(Dense(1, activation='sigmoid'))

model.compile(loss='binary_crossentropy',
              optimizer='adam', metrics=['accuracy'])

print(model.summary())

```

**Рис. 4. Свёрточная нейронная сеть для определения тональности текстов**

Выявлено, что при решении задачи определения тональности текстов лучший результат даёт свёрточная нейронная сеть в сочетании с свёрточной нейронной сетью, используемой для токенизации слов. Можно утверждать, что полученный результат (до 90% точности на валидационных данных) свидетельствует об успешном решении поставленных задач.

УДК 339.1

ДУБИК С.А., ДУБИК С.А.

## **РАЗВИТИЕ КОНТЕНТ-МАРКЕТИНГА В ТУРИЗМЕ**

Автономная некоммерческая общеобразовательная организация «Школа 800»  
Нижегородский хоровой колледж имени Л.К.Сивухина

Одна из бизнес – задач любой туристической фирмы с нарастающей регулярностью привлекать релевантную целевую аудиторию. Контент-маркетинг позволяет выстраивать качественную коммуникацию с потенциальными клиентами, узнавать и понимать их задачи, потребности, удовлетворять ожидания и давать им пользу, что усиливает лояльность клиентов и увеличивает число продаж.



Сегодня к основным каналам реализации контент-маркетинга можно отнести следующие: YouTube; email – рассылку; SMM – направлен на генерацию трафика с помощью социальных платформ; социальные сети (ведение собственных групп, официальных страниц и использование других групп в качестве каналов распространения информации) и др. [1].

Telegram является одним из наиболее популярных каналов трафика: согласно статистике, его международная аудитория составляет 550 млн пользователей. При этом свыше 50 млн относится к РФ. [2].

Использование Telegram-канала в туристической отрасли по следующим форматам будет способствовать улучшению взаимоотношений фирмы с целевой аудиторией:

- фото и видео. Публикация фотографий и обзоров главных достопримечательностей, традиционных мероприятий и красивых уголков территории;
- интерактив. Создание опросов, квизов и конкурсов на знание города/региона/территории и его достопримечательностей;
- отзывы и рекомендации. Публикация положительных отзывов клиентов и рекомендаций от других пользователей социальных сетей;
- информационные посты. Публикация информационных постов о том, как добраться до города/региона/территории, что посетить, где остановиться, поесть и других важных деталях, связанных с поездкой;
- интересные истории. Рассказы об истории, культуре города/региона/территории, о людях, которые здесь живут и работают, а также о забавных и необычных фактах;
- эксклюзив. Фото и видео из редко посещаемых мест города/региона/территории или экскурсий с личным гидом;
- новости и обновления. Регулярное обновление профиля и публикации новостей о новых экскурсиях, мероприятиях и других важных событиях;
- live-видео. Проведение прямых трансляций с экскурсий и мероприятий в реальном времени может заинтересовать пользователей и показать им, как интересно и увлекательно провести время в города/региона/территории;
- взаимодействие с клиентами. Ответы на вопросы пользователей, комментарии, лайки, реакции и репосты.

Контент-маркетинг заставляет человека остановиться, прочесть, подумать, выбрать и купить. Ведь это действительно возможно – создать и реализовать турфирме такую маркетинговую стратегию, благодаря которой можно наладить связи со своими клиентами.

### ***Библиографический список***

1. Дубик Е.А. Управление развитием и организация туристической деятельности в регионе в условиях современной экономики (на примере Нижегородской области) Актуальные проблемы управления: сборник научных статей по итогам VII Всероссийской научно-практической конференции. – Н.Новгород: ННГУ им. Лобачевского, 2020 С. 253-257.
2. Statista <https://www.statista.com/statistics/272014/global-social-networks-ranked-by-number-of-users/>.

## СОЗДАНИЕ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМЫ DAYFRAME

МАОУ «Школа № 74 с УИОП» г. Нижний Новгород

Ведение списка дел на бумаге или в органайзере не слишком удобно и давно потеряло свою актуальность. Для отслеживания дел и задач в наши дни существует более оптимальное решение – приложения для планирования дел. В ходе работы над проектом были изучены существующие на сегодняшний день варианты, в итоге было создано веб-приложение DayFrame для кооперации и планирования.

При разработке приложения были использованы следующие технологии: язык программирования JavaScript, бесплатный веб-фреймворк с открытым кодом Laravel, библиотека с открытым исходным кодом для разработки пользовательских интерфейсов. React, DevExpress – компоненты для отображения данных, составления отчетов, анализа и создания документов поддерживающих форматы MS Office, PHP – скриптовый язык общего назначения, применяемый для разработки веб-приложений. Был сделан выбор в пользу веб-приложения, т.к. сайты в сети могут быть доступны практически с любого устройства, нет необходимости в оптимизации под конкретный гаджет.

Суть программы относительно проста, однако ключевой особенностью является гибкость расписания. Для более рутинных дел пользователь способен создавать сложные варианты повторения. Все пользователи имеют свой личный кабинет, который могут найти другие люди, используя поиск с авторекомендацией запроса.

База данных устроена универсально. Это означает, что при переходе на другую библиотеку или плагин для календаря, база данных не требует никаких изменений. Хранение дат и данных об условии повторений происходит только после сбора данных с фронтэнда.



Рис. 1. Вход в личный кабинет

Создавая и редактируя события в календаре, пользователь сможет всегда отслеживать свой прогресс. Любое событие может иметь несколько параметров приватности. Система приватности позволяет пользователю гибко редактировать то, кто может видеть или редактировать, создаваемые им события.

Основной особенностью приложения является возможность его использования для организации командной работа. После добавления человека в друзья, его можно включать в список участников события. Участники имеют два вида прав. Чтение, позволяющее человеку видеть само событие, и редактирование, позволяющее изменять имя, описание и так далее. Однако, удалить событие может только создатель этого события. Для того, чтобы видеть события людей, предоставивших доступ к ним, требуется лишь найти их аккаунт, используя

поиск пользователя. При этом высветится календарь с событиями, к которым пользователь имеет доступ.

DayFrame – это готовое простое в использовании приложение, нацеленное на командную работу, работа над ним продолжается. В разработке находится возможность прикрепления документов и их редактирование без скачивания. Также планируется поддержка большего количества языков и выход на реальный хостинг.

УДК 004.925.6

КОРЕНЬКОВА М.И.

## РАСКРАШИВАНИЕ ЧЕРНО-БЕЛЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ЯЗЫКА PYTHON

МБОУ «Школа №48» г. Нижний Новгород

Большинство старых снимков черно-белые, и люди давно пытались раскрашивать черно-белые изображения вручную. Использование черно-белых фотографий не ушло в прошлое: монохромную камеру используют астрономы или обычные фотографы. Цель работы – разработать сверточную нейронную сеть на языке Python для раскрашивания черно-белых изображений.

Компьютер видит изображение как массив пикселей, и посредством поиска границ, искривлений и построения абстрактных концепций, классифицирует его через группы сверточных слоев. Свёрточный слой является основным слоем при построении свёрточных нейронных сетей [1]. Каждый цвет модели RGB задается в виде трех координат, в Lab же яркостная компонента задана координатой L, хроматическая составляющая — двумя координатами a и b. Программа написана в среде Google Colaboratory. Самым первым блоком идет подключение необходимых для работы программы библиотек, основные *keras* и *tensorflow* – необходимы для машинного обучения, *skimage* и *PIL* – для работы с изображениями. Следующий блок должен будет вносить названия всех файлов в указанном каталоге в список. После этого программа обрабатывает полученные изображения: изменяет размер, выделяет яркостную и цветовые компоненты. Далее находится сама сверточная нейронная сеть. На вход подается изображение размерностью X и Y, один цветовой канал. В процессе обработки размер изображения не меняется. Далее пользователь загружает черно-белое изображение. Программа на выходе дает изображение с исходной картинкой (черно-белой) и раскрашенной.



Рис.1. Раскрашенные черно-белые снимки улиц

В результате проведенных работ была создана сверточная нейронная сеть, которая раскрашивает черно-белые изображения, подаваемые пользователем с компьютера. Материалы, на которых обучается нейросеть, можно вручную менять, добавляя новые изображения. Для обучения был выбран датасет с 300 изображений, результат работы программы представлен на рис.1.

---

CS231n: Свёрточные нейронные сети для распознавания образов // Хабр URL: <https://habr.com/ru/post/456186/> (дата обращения: 17.02.2023).

УДК 51

КОЧАНОВА А.Е.

## **О НЕКОТОРЫХ МИНИМАКСНЫХ ЗАДАЧАХ И ИХ ПРАКТИЧЕСКОМ ПРИМЕНЕНИИ**

МБОУ «Лицей №40»

На протяжении большого количества времени в различных областях человеческой деятельности широкое распространение получили задачи, так или иначе связанные с поиском наибольших и наименьших значений [1]. Это привело к тому, что с методами решения подобных задач стало необходимо познакомиться весьма широкому кругу лиц – причем не только специалистам в области экономики, техники и информационных систем, но также студентам младших курсов и даже школьникам. Таким образом, изучение задач на экстремум, а также возможности их практического применения является актуальным [2].

Цель исследования: ознакомиться с алгоритмами решения некоторых минимаксных задач и сформулировать их в доступной форме.

В процессе выполнения работы были подробно рассмотрены следующие экстремальные задачи:

- об исследовании на экстремум функции одной переменной;
- о наибольшем и наименьшем значении функции на отрезке;
- о поиске оптимальных стратегий в антагонистических и статистических играх;
- о нахождении кратчайшего пути между двумя заданными вершинами в ориентированном графе со взвешенными дугами (алгоритм Дейкстры).

Для каждой из задач представлен наглядный алгоритм решения и пример практического применения. Например, экстремумы функции применяются для анализа временных рядов, теория игр – в экономике, международных отношениях, политологии, социологии, военном деле, алгоритм Дейкстры – в программировании, в сфере логистики, при проектировании навигационных систем и даже для нахождения оптимального пути передачи электрического тока. Также для более успешного закрепления изученного материала собран банк минимаксных задач, который может быть полезен как школьникам при подготовке к ЕГЭ, так и студентам вузов.

Кроме того, в работе рассмотрены несколько «нестандартных» минимаксных задач, описывающих законы природы.

Для автоматизации решения задач о нахождении минимального и максимального значения функции на отрезке и о поиске кратчайшего пути была разработана программа на языке программирования Python.

### *Библиографический список*

1. **Афанасьев, А.П.** Элементарное введение в теорию экстремальных задач / А.П. Афанасьев, С.М. Дзюба. – М.: Наука, 1982. – 186 с.
2. **Тихомиров, В.М.** Рассказы о максимумах и минимумах / В.М. Тихомиров. – М.: МЦНМО, 2006. – 200 с.

УДК 621.9.06

КУДРЯШОВ А.С., МИНУТИН С.А.

### **КОНКУРЕНЦИЯ ИЛИ ПАРТНЁРСТВО: ПРИГЛАШЕНИЕ К ОБСУЖДЕНИЮ**

МБОУ ДО «ЦВР «Ровесник» г. Заволжье  
МБОУ СШ № 17 им. Арюткина Н.В. г. Заволжье

Существующие на текущий момент глобальные, государственные, и даже частные экономические системы стали подвергаться большим изменениям. Сегодня уже мало кто говорит о тотальной глобализации всех экономик мира, о всеохватывающей власти мирового правительства и т.д.

В настоящее время каждое государство пытается самостоятельно решать свои проблемы и искать для их решения союзников. Что же человечество ждёт впереди: конкуренция всех со всеми или дружеские, партнёрские отношения между отдельными государствами?

Россия, сразу после распада СССР, пыталась стать одним из участников межгосударственной капиталистической конкуренции. Как и в других странах капиталистического мира, в России создавались: сети, кластеры, созвездия и виртуальные корпорации, по аналогии с подобными экономическими системами капиталистических государств. Российские экономические системы интенсивно интегрировались во внешние экономические системы глобального мира посредством самых разнообразных альянсов: от формальной структуры совместного акционерного предприятия до неформального, «свободного» соглашения о сотрудничестве.

Средства массовой информации постоянно пропагандировали необыкновенное и процветающее партнёрство всех со всеми, предрекали безоблачное развитие нашей страны, а школы готовили грамотных потребителей. И вдруг были введены санкции против России со стороны других капиталистических стран, особенно США и Западной Европы, которые установили всякие партнёрские отношения, разрушив и большинство экономических систем на территории России.

Что же произошло? Очередная «нерушимая» дружба всех со всеми дала трещину. На каких основах после попытки глобального партнёрства будет выстраиваться новая система межгосударственной конкуренции?

Имеется слишком мало эмпирических данных для того, чтобы с уверенностью ответить на эти вопросы. Глядя на руководителей государств современного мира, таких как США, Франция, Германия, Англия, Польша, Израиль, можно задуматься над тем, какие вопросы им бы следовало задать самим себе, как высшим руководителям, прежде чем вступать в тот или иной альянс, даже в рамках своих, уже существующих союзов.

Сегодня, когда за плечами у человечества огромная история, связанная не только с распадом древних империй и цивилизаций, но и новая история, связанная с распадом СССР, с выходом Англии из Евросоюза, с потерей влияния такими международными организациями,

как ООН, ЮНЕСКО и пр., пора задуматься не только над преимуществами от объединения, но и расходами, которые они за собой влекут.

На текущий момент стало совершенно очевидно, что партнёрские отношения, без равной и справедливой ответственности в части расходов на их поддержание, приносят больше вреда, чем пользы.

Для глобального партнёрства человечество ещё не накопило ни навыков, ни знаний, ни опыта.

УДК 543.555.4

КУРКИН А.А., ИСАЕВ В.В.

## КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

МБОУ Гимназия № 1

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Количественный анализ лекарственных препаратов является важной задачей, которая отвечает за здоровье населения страны. Для этого используют различные физические, химические, физико-химические методы исследования лекарственных препаратов. Эти методы часто требуют применения дорогостоящей аппаратуры и сложных методик. Большинство методов обладают высокой трудоемкостью.

Целью данной работы явилось применение метода кондуктометрического титрования при анализе лекарственных препаратов: аспирин, глицин, аскорбиновая кислота.

Метод основан на добавлении к раствору определенного вещества титранта, которое вступает в реакцию с этим веществом и при этом изменяется удельная электропроводность раствора. Точку эквивалентности определяли по изменению электропроводности раствора. Кондуктометрические зависимости имели излом в точке эквивалентности. Для измерения сопротивления растворов использовался импедансметр Z-2000, который подключался к системному блоку компьютера. Ячейка, в которой проводили исследования, представляла стакан с расширением в верхней части, в котором находились электроды геометрической поверхностью 2 см<sup>2</sup>, изготовленные из платиновой сетки. Для измерения сопротивления электролита использовали переменное напряжение амплитудой 25 мВ и частотой 40 – 60 кГц, где сопротивление электролита практически не изменялось с ростом частоты переменного тока.

Для определения возможности применимости кондуктометрического метода анализа проводили титрование 0,1 N раствора NaOH раствором 0,1 HCl. В точке эквивалентности наблюдали излом кондуктометрической кривой. Полученные данные дают основание считать, что по изменению удельной электропроводности раствора при добавлении титранта можно определить точку эквивалентности и эквивалентный объём добавляемого раствора.

Так как аспирин, глицин, аскорбиновая кислота проявляют кислотные свойства, то растворы этих веществ титровались растворами NaOH различной концентрации. Глицин (аминоуксусная кислота) проявляет амфотерные свойства, поэтому раствор этого лекарственного препарата титровался также раствором соляной кислоты. Полученные данные по анализу этих препаратов представлены в таблице.

**Таблица 1**  
**Масса лекарственного препарата, содержащегося в одной таблетке**

Лекарственный препарат	Масса в таблетке по инструкции (мг)	Масса по результатам анализа (мг)	Масса одной таблетки (мг)
аспирин	500	504	600

глицин	-	86	100
аскорбиновая кислота	25	22	3000

Выводы:

1. Предложен кондуктометрический метод анализа для определения концентрации лекарственных препаратов в таблетках, проявляющих кислотные свойства.
2. Разработана методика кондуктометрического титрования.
3. Показано, что метод применим для количественного определения лекарственных препаратов, содержащихся в таблетках.

УДК 621.31

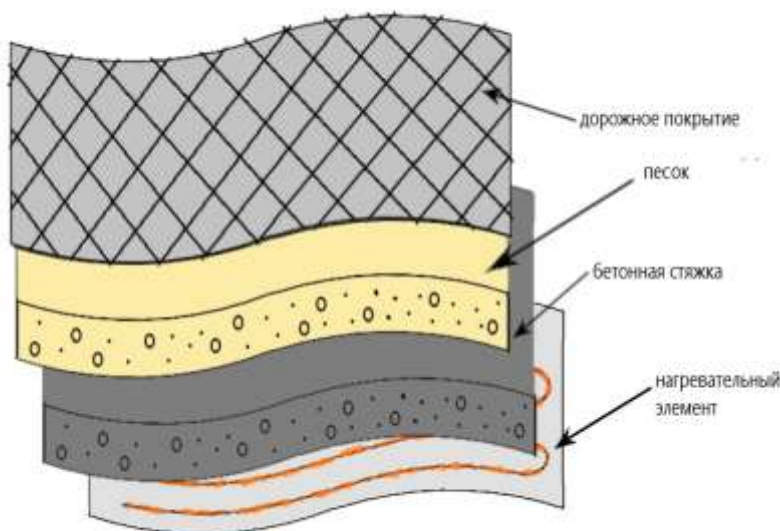
ЛЕВИН В.С., ГРИБКОВ Б.П., ЭРДИЛИ Н.И.

### ЭЛЕКТРООТОПЛЕНИЕ УЛИЦ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Электроотопление улиц, дорог и тротуаров является перспективным направлением в обеспечении комфортных условий передвижения в городах и населенных пунктах, обладающим рядом преимуществ по сравнению с традиционными методами очистки улиц и аналогами. Электроотопление не только экологически чисто, но и более эффективно, экономично и безопасно, что позволяет снизить затраты на энергоресурсы и обеспечить более долговечную эксплуатацию инфраструктуры. При этом, благодаря возможности регулирования температуры и времени работы системы, электроотопление обеспечивает максимальный комфорт для пешеходов и водителей, а также улучшает условия для различных видов транспорта, включая общественный [1].

Авторами разработана модель электрического отопления улиц.



**Рис. 1. Структурная схема электрического нагревательного элемента нашей установки**

На ровную поверхность кладется кабель с одинаковым отступом, подключенный к сети и датчикам, заливается бетонная стяжка, на нее отсыпается слой песка, далее мощение (укладка) плитки/другой поверхности. Терморегулятор устанавливается в помещении. Датчик

влажности и осадков устанавливается в место, где наблюдается большее количество осадков. Данная система поможет значительно экономить время, затрачиваемое на очистку поверхности дорог и тротуаров, а также сократить денежные затраты. За счет датчиков система полностью автоматическая, и покрытия будут в надлежащем состоянии всегда.

---

"Электрическое отопление зданий" - Э.А. Гулиева / "Электроотопление" - А.Н. Дедов / "Электрическое отопление в частном домостроении" - А.С. Морозова. 2023. №11. С.52-57.

УДК 66

ЛЕШКОВИЧ С.А., БОРИСОВА Н.В.

## **СИНТЕЗ ТЕРЕФТАЛЕВОЙ КИСЛОТЫ ЩЕЛОЧНЫМ ГИДРОЛИЗОМ ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Пластиковые отходы являются серьезной экологической проблемой, которая представляет угрозу для дикой природы, экосистем и здоровья человека. Накопление пластиковых отходов на свалках, в океанах и других природных средах достигло огромных масштабов и наносит огромный вред окружающей среде.

На современном уровне развития технологий для переработки отходов ПЭТ известны термические, физические, биохимические и химические методы, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки и встречает ряд препятствий на этапах внедрения.

Применяющиеся методы переработки полиэтилентерефталата имеют ряд ограничений, связанных с разнообразием состава упаковки, снижением показателей качества материалов, производимых из вторсырья, не соответствующих критериям рационального природопользования и ресурсосбережения.

В связи с этим возникает необходимость разработки альтернативных технологий переработки полимеров.

Вторичный полиэтилентерефталат (ПЭТ) является не только преобладающим компонентом полимерных отходов в потребительской корзине, но и перспективным сырьём для производства терефталевой кислоты (ТФК). Производство ТФК полимерного качества из нефтяного сырья требует затрат на переработку нефти, извлечение и окисление параксилола, очистку сточных вод и имеет низкий выход целевого продукта от сырья. Производство ТФК и ПЭТФ из п-ксилола является токсичным и меняет показатели здоровья.

В результате щелочного гидролиза макромолекулы ПЭТ расщепляются на мономеры – этиленгликоль и терефталаты щелочных металлов. Преимуществом гидролиза является избирательность процесса относительно полиэфиров и возможность перерабатывать сильно загрязненный ПЭТ. Технология реализована на опытных предприятиях в США (UnPET) и Франции (RECOPEТ).

В работе исследована потенциальная возможность получения терефталевой кислоты полимерного качества из отходов сложного полиэфира – полиэтилентерефталата (ПЭТ), проведён анализ результатов щелочного гидролиза образца молочного ПЭТ в этиленгликоле в присутствии гидроксида калия. Выявлено, что качество терефталевой кислоты (ТФК), полученной гидролизным способом, не уступает качеству аналога, полученного окислением параксилола.

Составлен материальный баланс щелочного гидролиза, проведён сравнительный анализ альтернативных технологий переработки вторичного полиэтилентерефталата, выявлен ряд преимуществ синтеза ТФК щелочным гидролизом по сравнению с методом окисления параксилола.



## ИССЛЕДОВАНИЕ БАКТЕРИЦИДНЫХ СВОЙСТВ БЫТОВЫХ СРЕДСТВ РАЗЛИЧНЫХ ТОРГОВЫХ МАРОК

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева  
МБОУ "Лицей № 8 имени академика Е.К.Федорова"

Использование бактерицидов является одним из основных доступных и надежных способов борьбы с возбудителями инфекционных заболеваний. Бактерициды – вещества, способные убивать бактерии и другие микроорганизмы. Их механизм действия весьма разнообразен. Они могут вызывать денатурацию белков клетки, воздействовать на её генетический аппарат, нарушать работу ферментов и т. д.

Актуальность проекта заключается в том, что в настоящее время в связи с пандемией COVID-19 спрос на средства, содержащие бактерицидные вещества, резко вырос. Несмотря на богатый ассортимент средств, выбор качественных затруднен. Причина в незнании их состава, правил использования и эффективности действия. На полках в магазине часто можно увидеть надпись, что данное средство убивает 99% бактерий. Поэтому возникает вопрос о достоверности этого утверждения.

Цель исследования заключается в изучении бактерицидных свойств различных химических соединений и проведении сравнительной характеристики эффективности бактерицидных средств.

В качестве объектов исследования выступали бактерицидные средства различных торговых марок: мыло Absolute (масло чайного дерева), ополаскиватель Lysol (комплекс ЧАС) и средство для мытья туалета Domestos (гипохлорит натрия). Для оценки их бактерицидной активности использовались бактерии *Escherichia coli* (Гр-) и *Staphylococcus aureus* (Гр+). В ходе исследования применялись следующие методы: определение способности диффузии в питательную среду, определение способности диффундировать по питательной среде и метод укола.

Первый метод заключался в том, что исследуемое средство поместили в стеклянные цилиндры, размещенные в чашках Петри на поверхности мясопептонного агара (МПА), инокулированных суспензий бактерий. О бактерицидной активности веществ судили по величине зоны отсутствия роста микроорганизмов вокруг цилиндров.

Второй метод заключался в том, что исследуемым средством пропитывали диски фильтровальной бумаги, которые затем поместили в чашки Петри на поверхность агаризованной среды (МПА), инокулированной культурой бактерий. Оценку активности бактерицидного соединения проводили по величине зоны отсутствия роста микроорганизмов вокруг дисков.

Третий метод заключался в том, что в чашку Петри поместили 1 мл бактерицидного средства. Затем в чашку ввели расплавленную питательную среду (МПА) и перемешали. После застывания среды ее поверхность инокулировали в трех точках методом укола. В данном методе активность бактерицидного средства определяли как подавление роста микроорганизмов ( $R$ , %), которую рассчитывали по следующей формуле:

$$R = (d_0 - d_1) \times \frac{100}{d_0} \quad (1)$$

В результате исследования было выяснено, что из исследуемых средств наилучшими бактерицидными свойствами обладает мыло Absolut, содержащее в составе масло чайного

дерева. Самой устойчивой к действию данных бактерицидов оказались Гр- бактерии (*Escherichia coli*).

УДК 638.162

МАНСУРОВА Я.Р., КАЛИНИНА А.А., ВЕРАХИНА А.А.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАЛЬСИФИКАЦИИ НАТУРАЛЬНОГО МЁДА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева  
МАОУ «Школа №94»

Питание человека всегда было и остается наиболее существенным фактором, оказывающим постоянное влияние на состояние его здоровья.

Одним из поставщиков биологически активных веществ в организм человека является натуральный пчелиный мед. Он находит широкое применение в пищевых технологиях и при производстве сиропов профилактического назначения. Получение натурального пчелиного меда связано со значительными материальными затратами. Постоянный спрос и сравнительно высокие цены нередко приводят к поступлению на рынок фальсифицированного меда [1].

Цель работы заключается в определении наличия инвертного сахара (искусственного мёда) в исследуемых пробах мёда. Объектами исследования были выбраны три вида мёда: бренд: «Сладкая жизнь» - мёд натуральный цветочный 250Г, гречишный (домашний) мёд и липовый (домашний) мёд. Метод определения инвертного сахара (искусственного мёда) в пробах натурального мёда основан на идентификации гидроксиметилфурфузола, который образуется как побочный продукт при разложении фруктозы и глюкозы искусственного мёда в кислой среде при повышенной температуре. При взаимодействии гидроксиметилфурфузола с 1%-м раствором резорцина в кислой среде (концентрированной соляной кислоте) образуется продукт конденсации, окрашенный в красный цвет, что является качественным показателем наличия гидроксиметилфурфузола и как следствие искусственного мёда в пробе. По результатам проведенной работы, показанным на рис. 1., покупной мёд бренда «Сладкая жизнь» и липовый (домашний) мёд являются натуральными, так как при взаимодействии их сухих остатков с 1%-м раствором резорцина в кислой среде не было обнаружено появления красного окрашивания, характерного для взаимодействия раствора резорцина с гидроксиметилфурфуолом, образующимся при гидролизе сахара.

Гречишный (домашний) мёд оказался фальсифицирован, так как при взаимодействии его сухого остатка с раствором резорцина появилось красное окрашивание, характерное для продукта конденсации резорцина и гидроксиметилфурфузола.



**Рис. 1. Результаты исследования фальсификации мёда бренда «Сладкая жизнь», гречишного, липового (слева направо)**

**Заикина В. И.** Экспертиза меда и способы обнаружения его фальсификации: Учебное пособие / В. И. Заикина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2012. – 168 с.

УДК 579.61

МАНСУРОВА Я.Р., КАЛИНИНА А.А., ВЕРАХИНА А.А.

## ИЗУЧЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ К АНТИБИОТИКАМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева  
МАОУ «Школа №94»

В настоящее время антибиотики широко применяются в различных областях жизни и деятельности человека, поэтому возникновение устойчивых к ним форм микроорганизмов имеет очень важное значение. Наблюдается закономерность – чем активнее антибиотики применяются для лечения инфекционных заболеваний, тем больше устойчивых к ним форм бактерий возникает. Таким образом, практическое значение проблемы адаптации микроорганизмов к действию антибиотиков связано с тем, что появление резистентных форм может привести к снижению эффективности лечебных свойств антибиотиков [1].

Целью работы являлось определение чувствительности бактерий *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus* к антибиотикам.

Объектами исследования были выбраны грамотрицательная бактерия *Escherichia coli* и грамположительная – *Staphylococcus aureus*. Для более детального изучения влияния антибиотиков на бактерии при различном строении клеточной стенки были подобраны антибиотики разного спектра и механизма действия, относящиеся к группам аминогликозидов (стрептомицин), ароматических антибиотиков (левомецетин),  $\beta$ -лактамных антибиотиков группы пенициллинов (бензилпенициллин) и цефалоспоринов (цефотаксим).

**Таблица 1**

### Результаты измерения диаметра зоны угнетения роста бактерии *Staphylococcus aureus*

Номер чашки	Антибиотик	Диаметр зоны задержки роста, мм	Степень чувствительности к антибиотику
1	Стрептомицин	33	Высокочувствительная
	Левомецетин	32	Высокочувствительная
	Цефотаксим	21	Чувствительная
	Бензилпенициллин	7	Устойчивая
2	Стрептомицин	31	Высокочувствительная
	Левомецетин	26	Высокочувствительная
	Цефотаксим	20	Чувствительная
	Бензилпенициллин	7	Устойчивая
3	Стрептомицин	37	Высокочувствительная
	Левомецетин	28	Высокочувствительная
	Цефотаксим	26	Высокочувствительная
	Бензилпенициллин	9	Устойчивая

В ходе исследования проводился засев питательной среды МПА бактериями *E.coli* и *S.aureus* сплошным газомом, затем на поверхность среды помешались диски с антибиотика-

ми. Для каждой бактерии опыт проводился в трех повторностях. На следующий день осуществили проверку результатов эксперимента.

Результаты работы в виде значений диаметров зон угнетения роста бактерий *E.coli* и *S.aureus* антибиотиками представлены в табл. 1 и 2 [2].

**Таблица 2**

**Результаты измерения диаметра зоны угнетения роста бактерии *Escherichia coli***

Номер чашки	Антибиотик	Диаметр зоны задержки роста, мм	Степень чувствительности к антибиотику
1	Стрептомицин	25	Чувствительная
	Левомецетин	20	Чувствительная
	Цефотаксим	17	Чувствительная
	Бензилпенициллин	6	Устойчивая
2	Стрептомицин	22	Чувствительная
	Левомецетин	24	Чувствительная
	Цефотаксим	20	Чувствительная
	Бензилпенициллин	7	Устойчивая
3	Стрептомицин	19	Чувствительная
	Левомецетин	22	Чувствительная
	Цефотаксим	22	Чувствительная
	Бензилпенициллин	6	Устойчивая

В ходе проведения работы было выявлено, что антибиотики стрептомицин, левомецетин, цефотаксим (широкого спектра действия) обладают высокой ингибирующей активностью в отношении роста *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*. Данные бактерии во всех случаях оказывались высокочувствительны или чувствительны к данным антибиотикам вне зависимости от строения клеточной стенки.

**Библиографический список**

1. Глухарева, Т. В. Основы получения и применения антибиотиков: учебное пособие/ Т. В. Глухарева, И. С. Селезнева, Е. Н. Уломский; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2021. – 150 с.
2. МУК 4.2.1890-04. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам. – Утверждены и введены в действие Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации – Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации Г.Г. Онищенко 04.03.2004 г.

УДК 621

МОРОЗОВ В.Р., ГОНЧАРОВ М.С., ГОНЧАРОВА О.Ю.

**РАЗРАБОТКА ДАТЧИКА УРОВНЯ ЖИДКОСТИ В ЁМКОСТЯХ**

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Школа № 26»

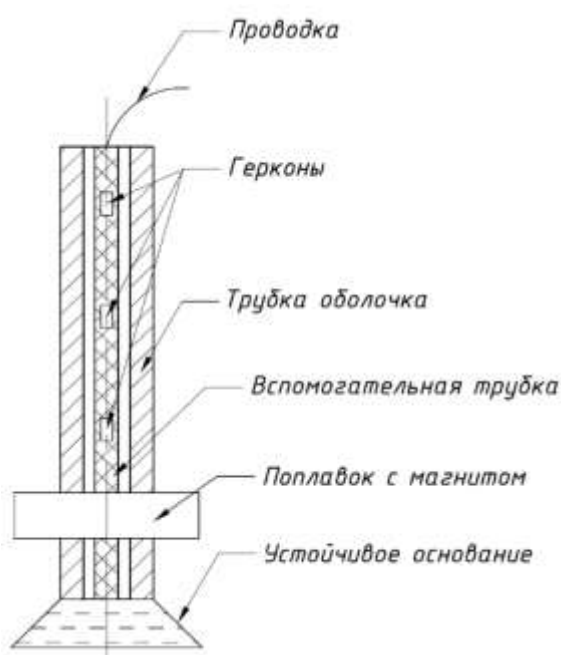
Измерение уровня жидкости играет важную роль при автоматизации технологических процессов во многих отраслях: химическая, нефтеперерабатывающая, нефтехимическая, теплоэнергетическая. Однако жидкостные уровнемеры могут широко применяться не только

на предприятиях, но и на участке частного дома. Например, для определения уровня жидкости в дренажной яме или любом другом резервуаре для сбора жидкости.

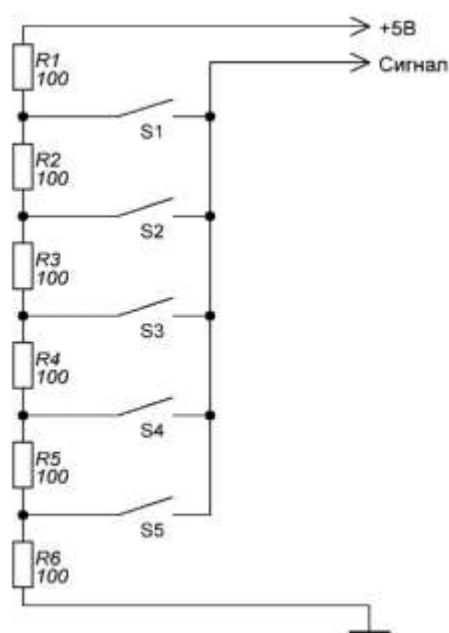
*Суть исследования:* исследование вопроса возможности самостоятельного создания недорогого прибора для измерения и сигнализации уровня жидкости в ёмкости и дальнейшего его применения для контроля наполнения уличной ёмкости жидкостью.

*Цель проекта:* разработка и создание прибора для измерения и сигнализации уровня жидкости в ёмкости (датчика уровня), не требующего применения дорогостоящей элементной базы.

В ходе работы над проектом были изучены современные приборы для измерения и сигнализации уровня вещества в ёмкости (датчик уровня), а далее, на основе анализа имеющихся приборов, разработан и собран прибор для измерения и сигнализации уровня жидкости в ёмкости, состоящий из двух устройств: магнитно-поплавокowego (герконового) уровнемера, необходимого для измерения уровня жидкости в ёмкости, и светодиодного индикатора, необходимого для обработки выходных данных из цепи уровнемера.

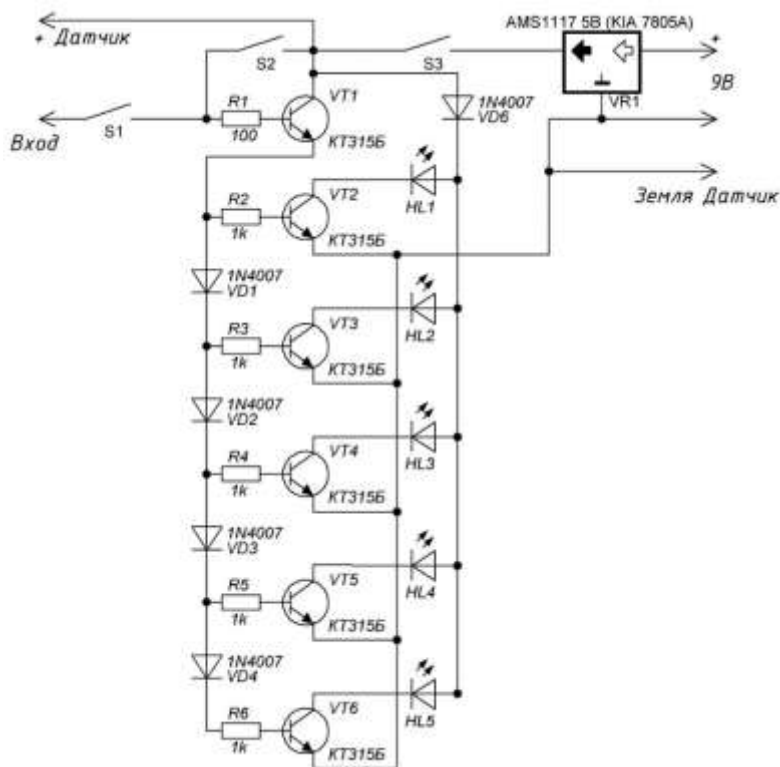


**Рис. 1. Конструкция магнитно-поплавокowego (герконового) уровнемера**



**Рис.2. Принципиальная электрическая схема магнитно-поплавокowego (герконового) уровнемера**

*Принцип действия прибора.* Внутри полой трубы оболочки по всей её длине располагаются магнитные герметизированные контакты (герконы), переключающиеся при перемещении относительно них поплавок со встроенным в него постоянным магнитом. Герконы укреплены на вспомогательной трубке через каждые 10 см, что позволит уменьшить время между срабатыванием следующего геркона и отключением предыдущего геркона. При срабатывании контактов изменяется сопротивление цепочки соединённых с контактами резисторов, что приводит к изменению напряжения на отдельных участках цепи. Изменение полного сопротивления цепочки резисторов превращается в сигнал, пропорциональный величине уровня жидкости в резервуаре. Таким образом, на вход светодиодного индикатора приходит сигнальное заниженное напряжение с уровнемера, которое увеличивается пропорционально величине уровня жидкости в резервуаре. Далее светодиодный индикатор обрабатывает выходные данные из цепи уровнемера и подаёт сигнал о наполняемости резервуара для сбора жидкости. Светодиодный индикатор состоит из пластикового корпуса, в который помещена самостоятельно изготовленная печатная плата и блок питания.



**Рис. 3. Принципиальная электрическая схема светодиодного индикатора**

УДК 621.9.06

МУХИН А.М., МИНУТИН С.А.

### **МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО – ЭТО ХОРОШО ИЛИ ПЛОХО?**

МБОУ ДО «ЦВР «Ровесник» г. Заволжье  
 МБОУ СШ № 17 им. Арюткина Н.В. г. Заволжье

Частичная мобилизация, проведённая в 2022 году, выявила ряд проблем, стоящих перед нашей страной и поставила перед правительством несколько новых вопросов. Одним из таких вопросов, несомненно, является вопрос о международном сотрудничестве. Такое взаимодействие народов на уровне получения образования, совместного труда, совместного отдыха, развития общей культуры, является важной темой. Раскрытие этой темы влечёт за собой вопросы о малой родине, о Родине, о патриотизме. И главный вопрос: как поведёт себя свой народ, сильно интегрированный в другие страны и их народы, в минуты роковой опасности для собственной страны и её народа?

Если брать международное сотрудничество, то здесь всё понятно: объединение сил для совместного сотрудничества в целях усиления самих себя и ослабления чужих. В межгосударственных союзах всегда больше юридических, финансовых аспектов, чем межличностных. Межгосударственные союзы – это всегда сделка. Другое дело отношения между народами, между людьми, как живыми системами с бесчисленными возможностями. Государства либо используют эти возможности и всячески им способствуют, развивая их, либо стараются их запретить, затрудняя передвижения своих граждан в другие страны.

Наверное, ответ на вопрос о дружбе между народами надо искать в учебниках по психологии человека: с чего начинается дружба, зачем, как продолжается, чем оканчивается?

Психологи утверждают, что развитие отношений между людьми проходит обычно в пять этапов. Сначала люди присматриваются друг к другу. В России очень популярным был выезд студентов за рубеж на практику. Обучение в зарубежных вузах. Выезд на заработки, на лечение, на отдых и т.д. Люди знакомились с другой страной и другим народом, сравнивали, оценивали свои возможности. Приобретали друзей или деловых партнёров. Затем строили совместные планы, созванивались, переписывались. Далее шёл этап совместного дела. Представители разных народов учились жить и работать вместе. Интенсивность общения между ними резко возрастала, что вело к новым граням совместной деятельности. И наконец, если «брак» оказался счастливым, разные народы начинают жить вместе в мире и согласии, обнаружив при этом, что сами изменились в лучшую сторону.

Но есть проблема: такие отношения возможны только с согласия руководителей государств. Если государства начинают чинить препятствия своим и чужим подданным для совместного труда, то все межчеловеческие, межличностные альянсы рушатся. Именно отсюда происходит вступление в НАТО Финляндии, чьи граждане были желанными гостями у нас, а россияне у них. Отсюда же «утечка мозгов» от нас во все страны мира и т.д.

Следовательно, всем ветвям власти любой страны необходимо думать над тем, как развивать способность создания плодотворного сотрудничества между народами без ущерба собственной стране и поддерживать его.

УДК 519.852.61

ОЛЕНЕВ К.А., САННИКОВ А.Н.

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕПОЧКАМИ ПОСТАВОК ПРИ ПОМОЩИ СИМПЛЕКС-МЕТОДА**

МБОУ «Лицей №87 им. Л. И. Новиковой» г. Нижний Новгород

Системы управления цепочками поставок SCM — это информационные системы, предназначенные для автоматизации и управления всеми этапами снабжения предприятия и для контроля всего товародвижения на нем. Система SCM позволяет значительно лучше удовлетворить спрос на продукцию компании и снизить затраты на логистику и закупки [1].

Актуальность работы заключается в том, что симплекс-метод, являясь одним из наиболее эффективных методов для решения линейных задач оптимизации, таких как SCM, используется в различных предметных областях. Симплекс-метод предоставляет точное и быстрое решение задач оптимизации с линейными ограничениями. Этот метод легко автоматизируется и применяется в компьютерных программах для решения больших задач. Он позволяет найти оптимальное решение за минимальное время. Таким образом, симплекс-метод остается актуальным и широко применяемым методом оптимизации в различных областях деятельности.

В данной работе была рассмотрена задача минимизации затрат на перевозку продукции в рамках концепции управления цепочками поставок.

Модель визуализации логистической сети может быть представлена при помощи графа  $G(V,E)$ , где  $V$  – вершины графа,  $E$  – ребра между ними. В качестве вершин могут выступать города, в которые необходимо доставить продукции, ребра обозначают наличие связи между этими городами. Каждое ребро имеет свой весовой коэффициент  $k_{ij}$ , обозначающих стоимость перевозки из начальной вершины  $i$  в конечную вершину  $j$ . Задача сводится к минимизации весовых коэффициентов, входящих в маршрут следования продукции. Целевая функция задачи показана на формуле 1:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m k_{ij} \rightarrow \min \quad (1).$$

Здесь  $n$  – количество вершин рассматриваемого графа,  $m$  – количество ребер.

Данная задача решалась при помощи симплекс-метода. Была дана математическая модель задачи, включающая функцию цели и систему ограничений. С помощью языка программирования С++ была создана программа, которая решает данную задачу. Программа позволяет задавать свои значения весовых коэффициентов, и выводит на экран минимизированное значение функции цели и значения оптимального плана. Использование симплекс-метода позволило быстро и эффективно решить задачу управления цепочками поставок. В зависимости от параметров задачи, программа может быть использована в различных сферах, связанных с управлением производственными процессами.

---

Санников А.Н., Степаненко М.А., Голованов В.И., Балашова Т.И., Капранов С.Н., Оптимизация функционирования товаропроводящей сети при проведении планово-предупредительного ремонта ее объектов // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2020. – № 3(130). – С. 64-71.

УДК 004.43

УДАЛОВ В.А., САННИКОВ А.Н.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПИЛИРУЕМЫХ И ИНТЕРПРЕТИРУЕМЫХ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

МБОУ «Лицей №87 им. Л. И. Новиковой» г. Нижний Новгород

Выбор оптимального языка программирования для разработки проекта является актуальной проблемой, которую необходимо решать в процессе программной разработки. В данной работе был проведен обзор различных языков программирования и инструментов для выбора наилучшего языка при разработке проекта. Целью данной работы является проведение сравнительного анализа производительности компилируемых и интерпретируемых языков программирования, а также определение наиболее оптимальных языков для разработки проектов в различных предметных областях.

Стоит отметить, что в настоящее время существует множество инструментов, помогающих выбрать наилучший язык программирования для конкретного проекта. Один из таких инструментов - рейтинг ТЮВЕ, который отражает популярность языков программирования на мировом рынке [1]. Тем не менее, данные инструменты имеют свои недостатки, например, рейтинг ТЮВЕ не учитывает, какие языки программирования наиболее подходят для конкретных задач, а также некоторые языки программирования не популярны в настоящее время, но могут быть оптимальными для определенных проектов.

В ходе исследования были проанализированы различные компилируемые и интерпретируемые языки программирования, такие как С++, Python, JavaScript и Pascal. Каждый язык имеет свои преимущества и недостатки, которые необходимо учитывать при выборе для реализации конкретного проекта.

Одним из важнейших критериев выбора языка программирования является производительность. Для оценки производительности был проведен эксперимент по шифрованию по-



следовательности символов методом DES в ходе, которого сравнивалась скорость выполнения кода на языках C++ и Python.

Метод DES представляет собой алгоритм шифрования блочного типа, использующий ключ длиной 56 бит. Он широко применялся в криптографических приложениях до появления более надежных методов шифрования, однако его использование до сих пор актуально в качестве эталонного метода для сравнения производительности различных языков программирования при реализации криптографических примитивов.

Тестирование проводилось на различных данных с варьированием длины строки для шифрования и разнообразием используемых символов в последовательности.

Результаты эксперимента показали, что выполнение программного кода на C++ был более чем в 2 раза быстрее, чем код на Python. Методы оптимизации кода должны выбираться в зависимости от сценария использования.

В заключении можно отметить, что выбор языка программирования зависит от требований проекта и условий. Однако в случае, когда важна высокая производительность, рекомендуется использовать компилируемые языки программирования, такие как C++.

### ***Библиографический список***

1. Tiobe. TIOBE Index | TIOBE - The Software Quality Company [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tiobe.com/tiobe-index/> (дата обращения: 07.04.2023)
2. Штрауб М., Каллен А. Программирование на C++. - Москва: ДМК Пресс, 2018.

УДК 621.9.06

ШИЛОВ А.Д., ФОЩИЙ О.С.

### **ВИРТУАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА: ПЛЮСЫ И МИНУСЫ**

МБОУ ДО «ЦВР «Ровесник» г. Заволжье

МБОУ СШ № 8. г. Заволжье

Россия в 2022 году столкнулась с массовым исходом международных корпораций со своего рынка. С рынка ушли не только сетевые магазины, но и предприятия автомобильной, мебельной, пищевой и другой промышленности. Российская экономика, хоть и не без потерь, но пережила этот, спровоцированный другими странами, кризис. Одной из причин устойчивости России в этих труднейших условиях стал международный виртуальный бизнес. Что это такое?

США и страны Западной Европы давно сосредоточили своё внимание на развитии виртуальных корпораций, призывая своих менеджеров передавать всё и вся на исполнение субподрядчикам в Китае, Индии, с 90-х годов в России, в Казахстане и т.д. В итоге, более проворные фирмы с «сетевой» структурой, даже сложного машиностроения, быстро нашли с кем и как работать и даже опередили традиционных гигантов и по производству продукции, и по извлекаемым с её продажи прибыли. Корейские, китайские, японские автомобили довольно быстро отобрали рынки у Германии, Франции, Англии и даже у США. Это вершина айсберга, а внизу масса товара не только производимого легальными субподрядчиками, но и так называемого контрафакта.

Россия с самого начала перестройки была активно втянута в сети виртуальной экономики. Идея создания виртуальных компаний, для многих эффективных менеджеров, стала приоритетной и подавалась как наиважнейшая инновация, на уровне «ноу-хау». В России, например, в таком городе, как Заволжье, появились подразделения химических и других предприятий, с головными виртуальными офисами в других странах. Менеджеры виртуальных офисов просто нанимают местных субподрядчиков, которые заняты производством продукции, а другие субподрядчики – её продажей. Отсюда проистекает огромное количество супермаркетов, так как виртуальная корпорация может нанимать любое количество субподрядчиков и выпускать любой товар.

К счастью для России, её субподрядчики тоже имели дело не с головными виртуальными корпорациями, а такими же субподрядчиками из других стран. Поэтому, когда США и страны Западной Европы, на уровне своих правительств и головных предприятий, объявили России санкции, то на уровне субподрядчиков мало что изменилось: как производили и продавали товары, так и продолжили это делать. В этом плюс проворных «сетевых», виртуальных корпораций. Они делают мир глобальным и более устойчивым к кризисам. Но есть и минусы.

У любого государства есть ответственность перед народом, на которой строится «лояльное отношение» населения к власти в этом государстве. Эта ответственность включает в себя самостоятельное производство товаров, связанных с различными видами безопасности государства. Тяжёлое машиностроение, авиапром, автопром, некоторые отрасли сельского хозяйства отдавать в руки виртуальных корпораций просто преступно. Есть такие товары, которые надо изготавливать только собственными силами и в своей стране. В этом контексте бюрократия нужна, ибо в ней сила государства, а гибкость становится слабостью. Конечно, бюрократия не должна отдавать все силы производству бытовой техникой, мебели и целому комплексу товаров народного потребления, но она обязана, вплоть до самых жестких карающих мер за разгильдяйство, всячески способствовать развитию государственных отраслей промышленности, дающих шансы на получение глобального конкурентного преимущества. В этом основа развития и процветания государства. Там, где можно заключать альянсы, их надо заключать. Но надо всегда помнить и понимать, что стремление заключать альянсы – это не панацея от внутренних проблем, и значительно полезней для страны бывает развивать собственный потенциал, чтобы не создавать для её народа реальной угрозы, вплоть до развала государственности.

УДК 620.92

ЯЦУК А.С.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ, КАК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

МАОУ «Школа с УИОП № 85» г. Нижний Новгород

Солнечные батареи получают всё большее распространение, но, несмотря на множество плюсов, они имеют один весомый недостаток: низкий уровень выработки электрической энергии в пасмурные дни. Для повышения эффективности при работе фотоэлементов, входящих в состав солнечных батарей необходимо повысить уровень чистоты кремниевых

структур, создавая наиболее однородные и чистые кристаллы [1,с.48]. Однако уровень промышленности на сегодняшний день не позволяет решить поставленную задачу.

Для средней полосы России, учитывая небольшое количество солнечных дней в году [2,с.57], применение солнечных батарей становится проблемным, поэтому актуальной является задача использования современных солнечных батарей, обеспечивая им условия максимальной выработки энергии при недостатке освещенности.



**Рис.1. Установка для изучения работы солнечной батареи**

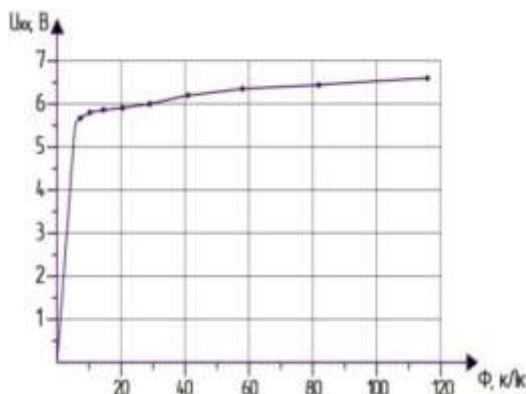
Цель данной работы – исследование возможностей солнечной батареи из монокристаллического кремния для получения максимальной эффективности при недостатке освещенности. Задачи для достижения поставленной цели: изучить теоретический материал по данной теме, изготовить испытательную установку для определения характеристик и возможностей конкретной солнечной батареи с неизвестными параметрами, провести соответствующие опыты, которые позволили бы выяснить эффективность использования солнечных батарей.

Для проведения опытов использовалась солнечная батарея из монокристаллического кремния с размерами рабочей поверхности 110x80 мм, закреплённая на испытательной установке (рис.1).

На данной установке были проведены три опыта.

**Опыт 1.** Исследование величины выходного электрического напряжения солнечной батареи в зависимости от освещенности.

По результатам исследования был построен график (рис.2)

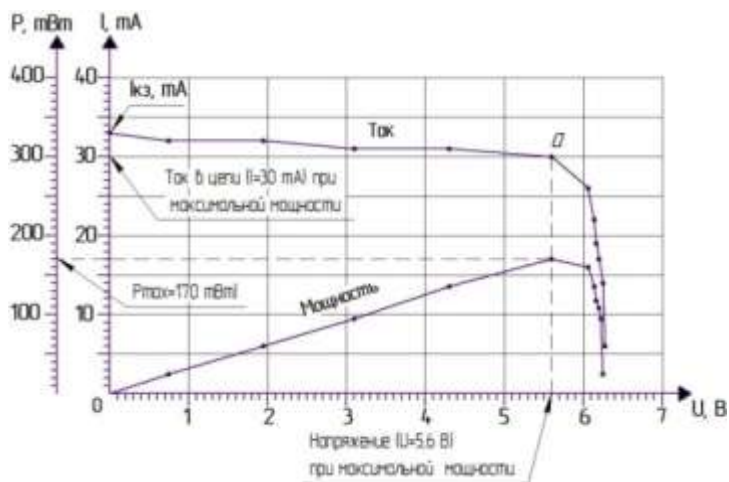


**Рис.2. График зависимости выходного напряжения от освещенности  $U(\Phi)$**

Вывод: при малой освещённости  $U_{xx}$  стремительно растёт. При увеличении освещённости более 10кЛк рост напряжения незначительный. При этом напряжение увеличивается гораздо меньше, а затем вообще перестаёт увеличиваться.

**Опыт 2.** Исследование параметров солнечной батареи в зависимости от сопротивления нагрузки.

По результатам исследования был построен график (рис.3).

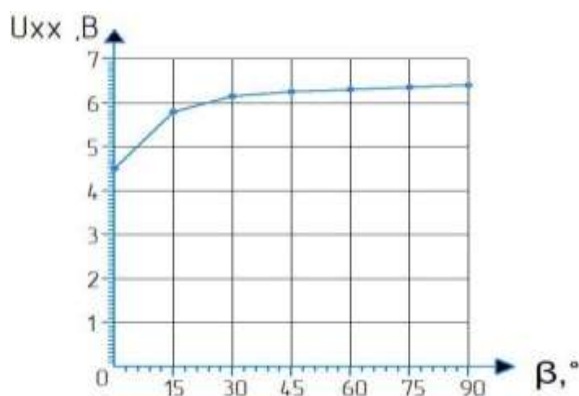


**Рис.3.** График зависимостей выходного напряжения от тока в цепи нагрузки  $U(I)$  и выходной мощности от напряжения на нагрузке  $P(U)$

Вывод: при увеличении сопротивления нагрузки напряжение увеличивается, достигая в пределе значения  $U_{xx}$ , а ток уменьшается. Мощность плавно растёт, а затем стремительно падает. Точка «а» на рис.3—это точка, соответствующая работе солнечной батареи с оптимальной внешней нагрузкой (с наибольшей мощностью солнечной батарее). Для данной солнечной батареи максимальная отдаваемая мощность будет при оптимальном сопротивлении нагрузки  $R=218 \text{ Ом}$ .

**Опыт 3.** Исследование зависимости выходного напряжения солнечной батареи от угла наклона её поверхности к источнику света

По результатам исследования был построен график (рис.4).



**Рис.4.** График зависимости  $U_{xx}$  от угла наклона солнечной батареи к источнику света

Вывод: зависимость  $U_{xx}$  от угла наклона солнечной батареи к источнику света не прямо пропорциональна. При большом угле наклона напряжение практически не изменяется. При уменьшении наклона падение напряжения происходит значительно более интенсивно.

Таким образом, было установлено, что солнечные батареи даже на основе монокристаллического кремния обладает низким КПД и их разумнее использовать в регионах с малым числом пасмурных дней в году. А на всей остальной территории России, где солнца не так много, можно было бы применить солнечные панели с сопротивлением нагрузки, являющимся оптимальной для данной солнечной батареи. Кроме того, чрезвычайно важно обеспечить падение лучей солнца перпендикулярно плоскости батареи.

#### *Библиографический список*

1. **Глиberman, А. Я., Зайцева, А. К.** Кремниевые солнечные батареи. Москва : Ленинград : Госэнергоиздат, 1961. - 72 с.
2. **Городов, Р. В.** Энергия Солнца / Р. В. Городов, В. Е. Губин, А. С. Матвеев // Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2009. - С. 53-84.

# КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ (УМНИК)

---

УДК 669

БАЖЕНОВ Е.О.

### РАЗРАБОТКА СПОСОБА ЛАЗЕРНОГО ТЕРМИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ АВИАЦИОННОГО КРЕПЕЖА ИЗ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Важнейшим резервом для выполнения проводимых в нашей стране программ по импортозамещению и повышению конкурентоспособности производимой продукции является увеличение ресурса работы вспомогательного инструмента и технологической оснастки.

Этот вопрос также является актуальным и для производства авиационных крепежных деталей методом холодной высадки, где используется большая номенклатура технологического инструмента (матрицы, пуансоны, шпильки, втулки, ножи и т.п.). Потеря работоспособности инструмента в основном связана с износом рабочей поверхности технологической оснастки. В результате износа инструмента изготавливаемые крепежные детали перестают соответствовать требованиям конструкторско-технологической документации. Замена вышедшего из строя инструмента приводит к длительным переналадкам оборудования, что негативно сказывается на эффективности производственного процесса, а также на качестве изготавливаемых изделий.

Широко распространенные на текущий момент способы поверхностного упрочнения материалов (индукционная закалка, химико-термическая обработка, нанесение покрытий и др.) не дают возможность получить необходимый комплекс эксплуатационных характеристик, сочетающий высокие показатели твердости и вязкости.

Именно благодаря высокоскоростному нагреву создается возможность получения мелкодисперсной структуры с большой плотностью дислокаций, более высоких значений твердости, прочности и вязкости по сравнению с другими видами упрочняющих обработок [1]. Из всех современных способов упрочнения лазерная закалка является более экономичной, стабильной и наиболее применимой для холодновысадочного инструмента с учетом специфики его работы.

Несмотря на это, практическое применение лазерного упрочнения на предприятиях нашей страны происходит достаточно медленно, так как существующих теоретических положений и прикладных знаний по лазерной обработке инструментальных сталей на текущий момент не достаточно, а оборудование для лазерной обработки является достаточно дорогостоящим.

Таким образом, актуальность данного исследования заключается в необходимости упорядочения и расширения научных знаний в области лазерного облучения, установления характера влияния параметров лазерной обработки на изменения микроструктуры и технических свойств, упрочненных лазером зон, что позволит разработать технологию лазерной за-

калки высоколегированных инструментальных сталей с целью повышения их износостойкости.

Внедрение эффективной технологии лазерного упрочнения инструментальных сталей, использующихся для изготовления технологической оснастки, позволит повысить производительность труда, качество выпускаемой продукции и экономическую составляющую производства авиационных крепежных изделий.

---

**Григорьянц, А.Г.** Сафонов А.Н. Основы лазерного термоупрочнения сплавов. Книга 6. Учебное пособие. - М.: Высш. шк., 2021. —159 с.

УДК 007.51

БАШКАЕВА М.Д.

## **ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ХУДОЖЕСТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ С СППР**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На данный момент происходит активное расширение рынка художественных материалов. Недостоверная, малосодержательная или неподкрепленная фактами информация о их свойствах приводит к крупным затратам со стороны потребителей, заблуждениям о потребностях и запросах аудитории со стороны производителя, а также к ухудшению экологической ситуации в связи с изготовлением нерелевантной продукции.

Первый вопрос, который встает перед человеком, желающим поступить в художественный вуз, изменить существующий стиль работ, научиться рисовать – это вопрос материалов. На 2023 год составить базовую палитру (желтый, красный и синий в вариации нейтральный цвет, цвет с теплым подтоном, цвет с холодным подтоном – всего 9) из акварели профессионального уровня и среднего ценового сегмента будет стоить: Белые ночи [1] (109 р. за кювету): 981 р.; Гамма [2] (95 р. за кювету): 855 р.; Pinax "ЭКСТРА" [3] (120 р. за кювету): 1080 р.

Необходимо учитывать, при подборе подходящих цветов следует изучить все возможные смеси со всеми предоставленными типами желтых, красных и синих вариаций. Человек, имеющий свою палитру, при переходе на краски другого производителя может получить разительно отличающиеся смеси из цветов с теми же самыми пигментами. Чтобы избежать крупных затрат, художники обращаются к внешним источникам информации: маркетплейсам, чатам в мессенджерах, видеообзорам на youtube. Сбор информации занимает значительное время и риск не найти необходимые данные достаточно высок.

Эту проблему может решить наличие информационного ресурса, синтезирующего набор возможных альтернатив, их качество и мнение профессионального сообщества. Встроенная система поддержки принятия решений (СППР) способна сократить время поиска и сравнения данных о конкретных цветах, предоставив список ранжированных альтернатив. Карточка цвета с выкраской, данными от производителя и открытыми к обсуждению комментариями с тегами (для простоты навигации) позволит углубленно изучить предложенные цвета и сделать взвешенный выбор.

На данный момент единственной достойной альтернативой можно считать зарубежный сайт-библиотеку [underthebrush.com](http://underthebrush.com). Однако он предоставляет информацию только от производителей и не позволяет вести обсуждения. Разрабатываемая профессиональная информационная система для выбора художественных материалов, помимо функций, существующих

в аналоге, будет иметь: систему поддержки принятия решения, которая посредством алгоритма будет учитывать данные от производителя, потребителя и поставщика и упрощать выбор необходимого цвета; энциклопедию пигментов (для профессионалов, желающих углубленно изучить материал); возможность оценки и обсуждения каждого отдельного цвета и пигмента, теги в комментариях для простоты навигации, возможность оценки комментария для получения более полезной информации; информацию о производителе (историю бренда, местонахождение, ссылку на официальные сайты); библиотеки линеек акварели, гуаши, темперы, акрила, масла.

Следовательно, встроенная СППР позволит художнику выбрать наиболее подходящий для него материал. Производитель в свою очередь получит площадку с объективной оценкой своего продукта, что позволит ему грамотно выстраивать политику продвижения и взаимодействия с потребителем. Система будет ценна и с экологической точки зрения, поскольку меньшему количеству людей придется покупать материал, который останется невостребованным.

### **Библиографический список**

1. Красный карандаш, Акварель "Белые Ночи" в кюветах [Электронный ресурс]: художественный магазин – Режим доступа: [https://krasniykarandash.ru/product/akvarel\\_belye\\_nochi\\_v\\_kyuvete.html](https://krasniykarandash.ru/product/akvarel_belye_nochi_v_kyuvete.html).
2. Красный карандаш, Акварель Гамма "Старый Мастер" 2,6 мл, все цвета [Электронный ресурс]: художественный магазин – Режим доступа: [https://krasniykarandash.ru/product/akvarel\\_gamma\\_staryy\\_master\\_2\\_6\\_ml\\_golubaya\\_fts.html](https://krasniykarandash.ru/product/akvarel_gamma_staryy_master_2_6_ml_golubaya_fts.html).
3. Красный карандаш, Акварель Pinax "ЭКСТРА" 2,5 мл, все цвета [Электронный ресурс]: художественный магазин – Режим доступа: [https://krasniykarandash.ru/product/akvarel\\_pinax\\_ekstra\\_2\\_5\\_ml\\_benzimidazon\\_zheltyy.html](https://krasniykarandash.ru/product/akvarel_pinax_ekstra_2_5_ml_benzimidazon_zheltyy.html).

УДК 621.7

БАШКОВ А.А., КЛЮЧКОВА Н.С., ДАВЫДОВ А.М., ИВАНОВ С.В.

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МОБИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО МОДУЛЯ С ФУНКЦИЕЙ WAAM ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Аддитивные технологии – это новый метод получения продукции, который позволяет с минимальными затратами обеспечить изготовление изделий, например, с помощью 3D-печати металлом. В сравнении с традиционными технологиями изготовления деталей, методы 3D-печати металлом позволяют сократить время производства продукции, уменьшить затраты на производство и ТПП, а также увеличить коэффициент использования материала.

Технология электродугового выращивания методом WAAM (*Wire Arc Additive Manufacturing*) – высокопроизводительный метод, позволяющий получать детали сложной формы и конфигурации с минимальными временными затратами (по сравнению с альтернативными технологиями 3D-печати металлом: SLS, SLM/DMLS, EMB, DED). Данный метод не предусматривает подготовительных операции, печать металлической проволокой происходит с помощью электродуговой сварки в среде защитных газов. Последующую механическую обработку в настоящее время производят на отдельных станках, так как гибридные станки с данной технологией не существуют.



У зарубежных производителей металлорежущего оборудования DMG, Mazak и GEFERTEC имеются гибридные станки с функцией 3D-печати металлом, однако это отдельное и дорогостоящее оборудование. Возможности покупки отдельного модуля или оснащения имеющегося оборудования – нет. Следовательно, данная технология является актуальной в рамках политики импортозамещения.

Мобильный производственный модуль с функцией WAAM для станков с ЧПУ позволит получать готовые изделия сложной формы и даже структуры (с помощью печати различными материалами) методом электродуговой наплавки с последующей механической обработкой на одном рабочем месте. В качестве оборудования можно использовать любой станок с ЧПУ. Система 3D-печати интегрируется в стойку ЧПУ и электрошкаф. Мобильность такого модуля позволит производить гибридную обработку на любом уже имеющемся станке и перемещать его при необходимости.

Мобильный производственный модуль с функцией WAAM будет состоять из корпуса, сварочного аппарата с MIG-горелкой, баллонов с газом, катушки для проволоки, устройства подачи проволоки, электрошкафа и монитора для управления параметрами печати.

Для разработки технологии необходимо решить ряд проблем, связанных с особенностями протекания сварочных процессов: разработать систему защиты органов станка от нагрева и сварочных брызг. Также стоит учесть, что печать будет производиться на специальной подложке, которую необходимо закрепить в рабочей зоне станка.

Также для обеспечения бесподналадочности процесса создания деталей необходимо разработать систему для автоматической замены печатающей головки на металлорежущий инструмент для последующей обработки с того же станка.

В ходе решения поставленных задач необходимо разработать комплект технологической документации для изготовления данного модуля, который позволит реализовать гибридную обработку на любом уже имеющемся станке с системой ЧПУ.

УДК 004.946

ГАРИН М.А.

## **СОЗДАНИЕ AR-МЕНЮ ДЛЯ РЕСТОРАНА: РЕВОЛЮЦИОННЫЙ ПОДХОД К РЕСТОРАННОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последние годы дополненная реальность (AR) привлекла значительное внимание и была внедрена в различные отрасли промышленности, включая автомобильную, здравоохранение и розничную торговлю. Заведения общественного питания, особенно рестораны, также изучают потенциал AR для улучшения качества обслуживания. В этой статье мы обсудим актуальность создания AR-меню для ресторана, проблемы, которые могут быть решены, а также научные и инновационные компоненты, задействованные в этом процессе.

Индустрия питания постоянно развивается, и рестораны стремятся обеспечить уникальные впечатления своим клиентам. Принятие цифровых меню уже стало популярной тенденцией, когда клиенты заказывают еду через планшеты или смартфоны. Однако AR-меню развивают эту концепцию, предоставляя пользователям интерактивный и захватывающий опыт [1].

Технология AR может предложить улучшенное визуальное представление пунктов меню, давая клиентам возможность четкой визуализации блюда [2]. Это может помочь клиентам принимать более обоснованные решения, что приведет к повышению удовлетворенности и потенциальному росту продаж.

Традиционные меню часто не дают четкого представления о блюдах, полагаясь на текстовые описания, которые могут неточно передавать внешний вид блюда или его ингредиенты. AR-меню могут предложить более реалистичное представление, позволяя клиентам визуализировать каждое блюдо перед заказом.

В мультикультурной среде языковые барьеры могут препятствовать удовлетворению потребностей клиентов. AR-меню может предоставить перевод и визуальное представление, чтобы помочь преодолеть эти барьеры [3].

Разработка AR-меню для ресторана включает в себя несколько научных и инновационных компонентов. Во-первых, для идентификации и отслеживания объектов реального мира, таких как пункты меню или столы, используются методы компьютерного зрения и распознавания изображений [4].

Во-вторых, методы 3D-моделирования и рендеринга используются для создания реалистичной визуализации блюд, которые затем накладываются на реальное окружение. Это требует знаний в области компьютерной графики, а также понимания человеческого восприятия и познания для создания эффективного пользовательского интерфейса.

Наконец, интеграция AR-меню с существующими системами управления ресторанами имеет решающее значение для бесперебойной обработки заказов, для этого предполагается использование таких технологий, как IoT, облачные вычисления и аналитика больших данных.

Внедрение AR-меню в ресторанах является актуальной и перспективной инновацией, решающей различные проблемы, с которыми сталкиваются как клиенты, так и владельцы ресторанов. Используя научные достижения в области компьютерного зрения, распознавания образов и 3D-моделирования, AR-меню могут улучшить общее впечатление от ресторана, что приведет к повышению удовлетворенности клиентов и росту продаж. Дальнейшие исследования и разработки в этой области могут проложить путь для еще более инновационного применения AR в пищевой промышленности.

### ***Библиографический список***

1. Liu, D., Li, X., & Li, J. (2017). Innovation and implementation of interactive e-menu in full-service restaurants: Customer perceptions and intentions. *Journal of Foodservice Business Research*, 20(1), 27-42.
2. Jung, T. (2020). Augmented reality and virtual reality in the foodservice industry: User experience and impact. *Journal of Foodservice Business Research*, 23(3), 266-281.
3. Kourouthanassis, P. E., Boletsis, C., & Lekakos, G. (2015)..
3. Huang, Y., Backman, S. J., & Backman, K. F. (2019). Augmented reality in tourism: A review of the research landscape. *Journal of Destination Marketing & Management*, 12, 77-84.

УДК 629.122

ГЛАДЫШЕВ Н.С.

## **РАЗРАБОТКА ШАССИ РАСШИРЕННОГО БАЗИРОВАНИЯ ДЛЯ АМФИБИЙНЫХ ЭКРАНОПЛАНОВ**

Нижегородский государственный технический университет НГТУ им. Р.Е. Алексеева

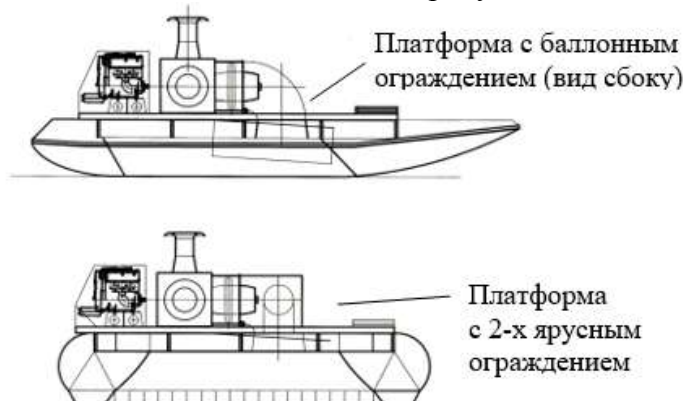
Создание экранопланов, способных круглогодично работать на территории России, во многом зависит от типов ограждения шасси на воздушной подушке. Способность экрано-

планов выходить на берег и преодолевать различные препятствия существенно расширяет эксплуатационные возможности транспортных аппаратов.

В настоящее время для амфибийных транспортных средств применяются различные виды шасси на воздушной подушке с различными видами ограждений. Ограждение ВП экранопланов представляет собой гибкую конструкцию по периметру купола ВП [1]. Считается, что наиболее рациональным для экранопланов является пневмобаллонное ограждение.

В настоящее время поставлена задача сравнить два вида ограждений: классического вида ограждений, применяемых на судах на воздушной подушке, и баллонного вида ограждений, применяемых на экранопланах. Планируется создать универсальную экспериментальную установку, на которой в равных условиях можно проверить эффективность обоих видов ограждений применительно к амфибийным экранопланам.

Концепция экспериментального стенда показана на рисунке 1.



**Рис. 1. Эскизы универсального стенда с двумя вариантами гибких ограждений**

Результаты исследований могут быть использованы для проектирования всесезонных амфибийных транспортных экранопланов.

**Морозов В.П., Спехов П.Л.** Проектирование скоростных судов с динамическими принципами поддержания. Выбор проектных параметров экранопланов. Основы проектирования экранопланов: учеб. пособие. Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2020 -134.

УДК 66.074

ГОРЮНОВ Н.С., СТЕПЫКИН А.В., СИДЯГИН А.А., БУХАРОВ Д.М.

## **РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕГУЛЯРНЫХ КОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ**

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

В химической промышленности одним из перспективных направлений является вторичная переработка и очистка газовых выбросов. На данный момент в промышленности многих стран разрабатывается и внедряется различное очистное оборудование: скрубберы для очистки газа, мембранные установки, ультразвуковое и колонное оборудование. Одним из наиболее сложных и дорогостоящих является колонное оборудование, а точнее регулярная насадка и распределительные устройства.

Насадочные колонны имеют несколько или один слой насадки, которая орошается водой или жидким сорбентом. За счет использования регулярной насадки образуется активная микропенка, исчисляющаяся десятками и сотнями квадратных метров на 1 м<sup>3</sup> наполнителя. Подаваемый в абсорбер поток загрязненного газа многократно контактирует с данным микропеночным слоем. Кроме того, регулярная насадка имеет меньшее гидравлическое сопротивление, что влияет на производительность колонного аппарата. Одним из недостатков регулярных насадочных контактных устройств является необходимость проработки каждого типоразмера и индивидуального технического проектирования. Это связано с изменением кривизны стенок аппарата.

Многие современные контактные устройства изготавливаются из полимерных, а также композитных материалов. На данный момент в российской химической промышленности отслеживается явная нехватка регулярных насадок из полимерного материала. Таким образом, растет потребность в изготовлении таких типов насадок, поскольку отечественные производители отсутствуют на рынке, а зарубежные уходят.

Модернизация, разработка и проектирование регулярных насадок, а также аппаратов по изучению данной насадки и ее типоразмеров активно проходит на базе ДПИ НГТУ на кафедре ТОТС. Основными задачами является усовершенствование технологии изготовления насадок из полимерных материалов, упрощение внедрения их на работающие аппараты, проведение ряда исследований характеристик данных насадок на лабораторной установке.

В настоящий момент уже проработана предварительная модификация контактного устройства, а также лабораторный способ его изготовления. Выявлены режимы работы насадки, установлены предельные нагрузки по фазам. Проведены сравнительные испытания на модели испарения разработанного контактного устройства и аналогов. Это подтвердило улучшение характеристик колонных аппаратов. Завершающим и самым существенным этапом исследования является проверка на реальной среде в условиях лабораторной колонны диаметром 200 мм. Это позволит сделать окончательный вывод и перейти к проработке промышленных контактных устройств.

### *Библиографический список*

1. **Степыкин, А.В.** Исследование гидравлических особенностей работы блочно-модульного теплообменного контактного устройства / А. В. Степыкин, А. А. Сидягин // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2015. – № 5. – С. 7 – 9.
2. **Степыкин, А.В.** Массообменные характеристики регулярной насадки с внедренными теплообменными модулями / А.В. Степыкин, А.А. Сидягин, В.М. Ульянов // Вестник ТГТУ. – 2015. – №3. – С.445– 452.

УДК 004

ГРАДИЛЕНКО А.А., ЕГОРОВ Ю.С., ГОРЯЧЕВА Т.И.

### **РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУР ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА РЕАЛИЗАЦИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разработка программного обеспечения информационных систем (ИС) – процесс, состоящий из большого числа различных этапов, которые включают в себя взаимодействия с различными предметными областями.

Техническое задание – главный инструмент, используемый при проектировании и разработке программного обеспечения.

Иногда техническое задание пишется без учёта опыта разработок, предшествовавших данной. Это влечет за собой увеличение материальных и временных издержек, необходимых для составления корректного технического задания. Из-за вариативности содержимого технического задания технический писатель должен обладать огромным объёмом знаний и опыта. К сожалению, сотрудников такого уровня в текущее время остро не хватает, из-за этого техническое задание, написанное писателями начинающего уровня, составляется без учёта опыта содержаниями технических заданий, написанных ранее. Это влечет за собой снижение качества технического задания.

Большинство проблем по разработке ПО ИС связаны с организационными моментами, в частности, это проблемы эффективного управления проектом – эффективной разработки технического задания и эффективного отслеживания выполнения этого задания (менеджмента требованиями). Чтобы избежать таких ситуаций очень важно использовать инструменты управления требованиями, которые позволяют более корректно и квалифицировано разработать ТЗ и в ходе проектирования держать под контролем выполнение всех установленных требований. Для решения описанных проблем целесообразно разработать процедуры поддержки принятия решений при формировании технического задания на реализацию информационных систем, реализовать эти процедуры в виде программного модуля.

Разрабатываемый алгоритм, лежащий в основе процедур, относится к категории контентно-ориентированных, ориентированных на поиск ключевых слов в тексте алгоритмов.

После того, как справочные данные о техническом задании будут введены пользователем, к ним применится алгоритм, рассмотренный ранее и будет сформирован вектор ключевых слов [2], к которому нужно найти наиболее схожий вектор ключевых слов из множества всех векторов, полученных после применения алгоритма нормализации к выборке отфильтрованных разделов ранее созданных технических заданий. Для этого будем использовать косинусную метрику сходства. По результатам проведенного анализа можно сделать вывод, что внедрение модуля поддержки принятия решений в систему формирования технического задания улучшает значение всех целевых показателей, что в результате даёт снижение времени, затрачиваемого на разработку технического задания, и материальные затраты на 25,89 %, а показатель качества содержимого технического задания на 43,62 %. Результаты достигнуты благодаря внедрению процедур поддержки принятия решений в процесс формирования содержимого разделов технического задания.

### *Библиографический список*

1. Trstenjak B, Mikac S, Donko D (2014) KNN with TF-IDF based framework for text categorization. *Procedia Eng* 69:1356–1364.
2. Bafna P, Pramod D, Vaidya A (2016) Document clustering: TF-IDF approach. In: *IEEE int. conf. on electrical, electronics, and optimization techniques (ICEEOT)*. pp 61–66.

УДК 614

ГУЩИН К.О., ЖДАНКИН Н.С., ШЕРГИН В.В., КЕЧИН Е.С.

### **РАЗРАБОТКА БАКТЕРИЦИДНОЙ СУШИЛКИ ДЛЯ РУК**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Соблюдение гигиены рук является важным фактором в предотвращении распространения инфекционных заболеваний, таких как грипп, простуда и кишечные инфекции. Одна-

ко, традиционные методы сушки рук, такие как полотенца и электрические сушилки, не гарантируют полное уничтожение микроорганизмов. В связи с этим, разработка бактерицидной сушилки для рук представляет собой актуальную задачу для современной науки и техники.

Целью данной работы является разработка и исследование эффективности бактерицидной сушилки для рук, которая сочетает в себе преимущества физических и химических методов уничтожения микроорганизмов.

Основой для разработки бактерицидной сушилки для рук послужило сочетание методов физического и химического воздействия на микроорганизмы. В качестве физического метода был выбран ультрафиолетовый (УФ) свет, который способен уничтожать микроорганизмы благодаря своему высокоэнергетическому излучению. Химический метод предусматривает применение бактерицидных покрытий на основе наночастиц серебра, которые обладают антимикробными свойствами.[1]

Для создания прототипа сушилки был разработан корпус с интегрированным источником ультрафиолетового излучения и системой воздушного потока. Воздушный поток направляется через специальный канал, покрытый наночастицами серебра, обеспечивая эффективное взаимодействие воздуха с антимикробным покрытием.

В дополнение к своей бактерицидной функции, сушилка также обладает преимуществами в плане энергоэффективности и удобства использования. В перспективе внедрение таких сушилок в общественных местах может стать важным шагом в направлении повышения уровня гигиены и заботы о здоровье населения.

Таким образом, разработка бактерицидной сушилки для рук представляет собой инновационный подход к улучшению гигиены в общественных местах. Сочетание ультрафиолетового излучения и антимикробных покрытий на основе наночастиц серебра обеспечивает высокую эффективность уничтожения микроорганизмов и снижает риск распространения инфекционных заболеваний.

---

Зубков, Н.В. Бактерицидная сушилка для рук / Н.В. Зубков, Е.С.Кечин // Будущее технической науки: сборник материалов XXI Всероссийской молодежной научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2022. – с. 444-445.

УДК 004.415.43

ДВИТОВСКАЯ А.Н.

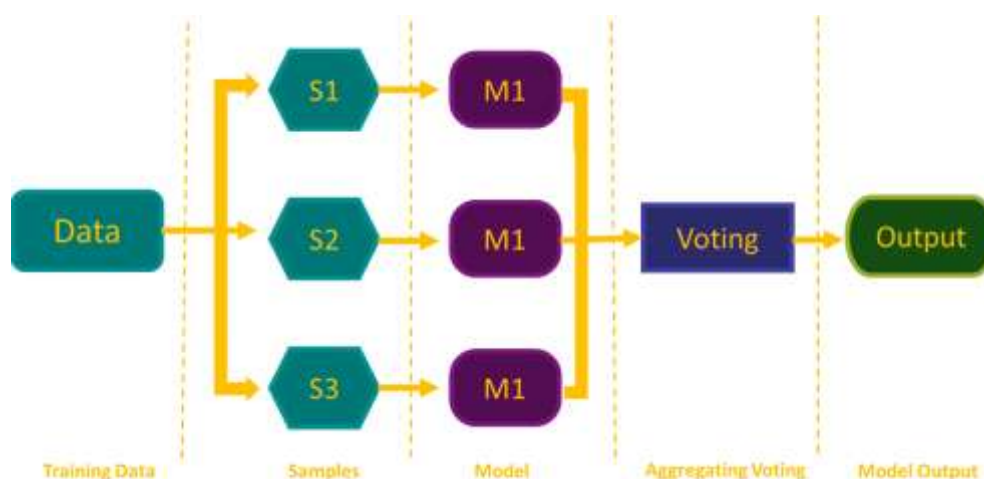
## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМИЧЕСКОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДИАГНОСТИКИ ПРОБЛЕМНЫХ СОСТОЯНИЙ МИКРОСТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ АНСАМБЛЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Диагностика неисправностей является одним из важнейших методов обеспечения безопасности процесса функционирования технических, технологических и других объектов сложной структуры. Цель диагностирования проблемных состояний сложных технических систем заключается в распознавании признаков, указывающих на угрозу дестабилизации нормального состояния технического объекта. Среди таких признаков можно выделить образование дефектов в микроструктурах поверхности металлов и сплавов.

Алгоритмы ансамблевого обучения могут давать более стабильные и точные результаты, чем отдельная модель. Ансамблевые методы машинного обучения представляют собой системы, построенные из нескольких независимых моделей для решения одной задачи. Такими моделями в работе выбраны нейронные сети. Это перспективное направление для создания инфраструктуры диагностирования наличия дефектов у изделий.

При реализации проекта важен компромисс между точностью и временем работы алгоритма. Исходя из ранее сказанного, для повышения точности работы модели ИНС в данной работе был выбран метод ансамблевого машинного обучения Bagging. В методе Bagging создается несколько версий одной и той же модели. Каждая модель обучается на немного отличающихся подмножествах исходного набора данных. Следовательно, данный метод позволит производить обучение базовых моделей ансамбля в параллельном режиме. Метод Bagging представлен на рис.1.



**Рис. 1. Схема метода ансамблирования Bagging**

Эффективность метода объясняется тем, что каждая модель обучается различать чуть лучше определенные признаки в наборе, чем другая, а их ошибки взаимно компенсируются. Однако, поскольку сбор даже небольшого количества данных может оказаться чрезвычайно дорогим или трудоемким как, например, невозможность автоматизации сбора данных, то возникает проблема недостаточности данных. В подобной ситуации появляется проблема переобучения моделей.

Для решения описанной проблемы предлагается использовать методы аугментации данных. Такие методы искусственно расширяют набор данных, а также делают модели более обобщенными. Модели становятся способными хорошо различать большее количество признаков в данных, что приводит к лучшей точности.

После обучения всех моделей в ансамбле алгоритм может принять на вход новые данные в виде набора изображений для их классификации по состоянию микроструктуры поверхности металлов. Результаты работы модели диагностирования также визуализируются в виде графиков оценки точности.

### ***Библиографический список***

1. **Lomakina L.S., Mantserov S.A., Dvitkovskaya A.N.**, “Predictive computing model based on ensemble machine learning methods for problem states of complex technical systems”, Proceedings of the XXVIII-th International Open Science Conference. Yelm, WA, USA, 2023. С. 152-156.
2. **Киселев Ю.В.**, Основы теории технической диагностики. - Самара: СГАУ, 2004. - 138 с.
3. **Сугак Е. В.**, Прикладная теория надежности: учебник для вузов / Е.В. Сугак. — Санкт Петербург: Лань, 2022. — Часть 1: Основы теории. — 276 с.

4. **Hamed R. Bonab, Fazli Can**, Authors Info & Claims, “A Theoretical Framework on the Ideal Number of Classifiers for Online Ensembles in Data Streams”, Proceedings of the 25th ACM International on Conference on Information and Knowledge Management, Pages 2053–2056, October 2016

УДК 621.753

ДОБРОВОЛЬСКАЯ М.А., ЛАПШИН А.А., МЕДВЕДИЦЫНА Н.В.,  
МИХАЙЛОВА Е.В., ПОРФИРЬЕВА А.Н., ТУМАНОВ А.А.

## **МОБИЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современный уровень развития добывающей, химической, перерабатывающей и других видов промышленности, а также востребованность трубопроводного транспорта в нашей стране неизбежно сказывается на экологическом состоянии природных объектов, в том числе водных. Почти все водные объекты загрязнены различными отходами промышленного производства и хозяйственной деятельности человека, поэтому необходимо регулярно проводить мониторинг водных объектов для контроля их состояния и принимать меры по очистке от загрязнений.

Для точности исследования берут несколько проб воды в разных местах водоема, называемых створами. Это понятие было введено экологами для конкретизации места отбора проб, что представляет собой условную вертикальную поперечную плоскость, проходящую через водный объект. На этой плоскости есть несколько точек в которых предполагается брать пробы (на небольшом расстоянии от берегов и ближе к фарватеру, в зависимости от ширины водоема).

Однако процедура мониторинга зачастую осложняется ввиду природных условий, ландшафта водного объекта, трудного доступа с берега и пр. Доступ к створам в подобных объектах часто возможен только по воздуху либо непосредственно по воде. При этом обычная практика забора проб не предусматривает использования летательных аппаратов и осуществляется непосредственно из створа лаборантами с использованием водного транспорта. Подобная практика зарекомендовала себя как надежный рабочий инструмент, но по ряду причин менее эффективна в аварийных ситуациях.

Следовательно, целесообразна разработка автоматизированной мобильной системы экологического мониторинга водных объектов, которая позволила бы осуществлять забор проб автономными системами и тем самым повысить эффективность процедуры мониторинга. В качестве подобной системы предлагается использование нескольких беспилотных летательных аппаратов (далее БПЛА), в автономном режиме осуществляющих полеты по створам с единой базы с целью сбора проб воды.

На выбор БПЛА влияет несколько ключевых параметров. В первую очередь, важна его грузоподъемность, чтобы он мог переносить на некоторое расстояние несколько емкостей с пробами воды. Грузоподъемность будет зависеть от подъемной силы привода, которая, в свою очередь, определяется силовыми характеристиками двигателей.

Кроме того, должно обеспечиваться достаточное полетное время, потому что при авариях на водоемах со сложным ландшафтом к некоторым створам нет возможности близко подобраться. Также дрон должен иметь возможность автономного полета, определения своего местоположения, анализа окружающей обстановки и передачи телеметрии на управляющий компьютер по беспроводному каналу связи.



Алгоритм работы мобильной робототехнической системы мониторинга водных объектов подразумевает автоматическую генерацию координат створов в управляющем компьютере, сообщение координат дронам, вылет дронов на точки створов, забор проб, возвращение дронов в лабораторию. Далее собранные образцы подвергаются анализу химического состава, в результате чего формируется карта концентраций вредных веществ. На основании полученных данных делается вывод о необходимости продолжения исследования данного участка водоема.

На текущий момент командой проекта разработана схема процедуры забора проб воды в автономном режиме с использованием БПЛА. Данная схема включает в себя следующие основные операции:

- по прилету на точку дрон приводняется. Ввиду большого расстояния между створами (согласно требованиям ГОСТ 17.1.3.07-82 ) смещением дрона со сгенерированной точки ввиду течения и других факторов можно пренебречь;
- сбор проб осуществляется посредством двух электронасосов, закрепленных под дроном, с двух уровней глубины. Насосы одновременно накачивают воду в две емкости;
- забор проб осуществляется с поверхности и с глубины 1-1,5 м. При этом шланг для забора воды с поверхности сразу погружается в воду. Для забора воды с глубины шланг, подключенный ко второму насосу, разматывается с бобины с помощью дополнительного электропривода;
- на концах шлангов установлены фильтры с грузами. Они служат для погружения шлангов в воду и предотвращают попадание посторонних предметов;
- управление насосами и приводом происходит через контроллер дрона с помощью драйверов.

Следующие шаги по разработке прототипа БПЛА подразумевают разработку алгоритма и ПО для генерации координат створов, разработку алгоритма и ПО для полета дрона и проведение отладки разработанных модулей в тестовом режиме. Кроме того, для обеспечения автономного полета необходима разработка системы очувствления БПЛА для обнаружения и облета препятствий на маршруте.

### ***Библиографический список***

1. С.В. Смирнов. УДК 681.51. Среда моделирования для построения инженерных теорий./ Институт проблем управления сложными системами РАН, г. Самара.
2. ГОСТ 17.1.3.07-82 "Охрана природы. Гидросфера. ПРАВИЛА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ"

УДК 539.1

ЕГОРОВА Е.С., АНИКИН А.С., БАСОВ А.А., КОНДРАТЬЕВ А.С., ПЕТРЕНКО Д.А.,  
ПУПЫНИН В.А., СЕМЕНЕНКО А.Н., ШАЛАЕВ А.И.

### **КАМЕРА ВИЛЬСОНА, ОХЛАЖДАЮЩАЯСЯ КОМПРЕССОРНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНОЙ НА ФРЕОНЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Камера Вильсона (она же туманная камера) – один из первых в истории приборов, с помощью которого стало возможно регистрировать наличие ионов и идентифицировать их.

Принцип действия прибора заключается в использовании явления конденсации перенасыщенного пара, делая видимым путь заряженной частицы.

Одними из рассматриваемых авторами способами были охлаждение с помощью элементов Пельтье и компрессорной холодильной машиной. Диффузионная камера на элементах Пельтье имеет низкое КПД.

Элементы потребляют значительное количество электроэнергии при небольшой хладопроизводительности. Кроме этого, элементы Пельтье подвержены износу и поломке из-за температурных расширений. Также элементы Пельтье ограничивают поверхность охлаждения, следовательно, и наблюдения частиц. Поэтому предпочтение было отдано компрессорной холодильной машине.

Принцип действия компрессорной холодильной машины основан на конденсации и испарении холодильного агента. Холодильный агент – это рабочее вещество холодильной машины. В качестве хладагента применяется синтетический фторсодержащий газ на основе этана или метана, такие газы называют хладагентами или фреонами.

Фреон при кипении отнимает теплоту от охлаждаемого объекта и затем, после сжатия, передаёт её охлаждающей среде за счёт конденсации.

Для достижения правильной работы камеры Вильсона в качестве рабочей поверхности используется медная пластина, которую необходимо охладить до температуры  $-40^{\circ}\text{C}$  и ниже. К пластине припаивается теплообменник (испаритель), подсоединенный к компрессору, конденсатору и дросселирующему устройству.

Изучив различные хладагенты и произведя расчёт количественных и качественных характеристик установки, командой авторов был выбран фреон R23. Главными причинами выбора этого фреона стали низкая рабочая температура и биологическая безопасность, а также низкая реакционная способность, высокая плотность.

Недостатками R23 являются: высокое рабочее давление, вследствие чего заправка холодильной установки будет проходить при давлении 40 бар через медную трубку, мощный парниковый газ.

Камера Вильсона, охлаждаемая компрессорной холодильной машиной, имеет следующие достоинства: продолжительное время активной работы, позволяет охлаждать большую поверхность до температуры, необходимой для работы камеры, высокий коэффициент полезного действия.

Недостатки: громоздкость и большой вес установки, сравнительно сложное устройство и трудоемкость сборки камеры, повышенная шумность работы установки, длительное время выхода на рабочий режим (несколько часов), потенциальная возможность выхода из строя механических узлов (компрессора) при повышенных нагрузках.

Камера Вильсона, охлаждаемая компрессорной холодильной машиной, является альтернативой более старых моделей, в которых понижение температуры достигалось с помощью адиабатического расширения, из-за чего камера работала в импульсном режиме. Это позволит производить более качественный анализ треков частиц и дает возможность измерения активности источника за счет большей автономности.

### ***Библиографический список***

1. **Бабакин Б.С., Стефанчук В.И., Ковтунов Е.Е.** Альтернативные хладагенты и сервис холодильных систем на их основе. — М.: Колос, 2000 — 160 с.
2. **Мааке В., Эккерт Г.-Ю., Кошпен Ж.-Л. Польшман.** Учебник по холодильной технике. — М.: Изд-во МГУ, 1998. — 1142 с.

ЕРМОЛАЕВ М.А., КАЛИНИНА А.А., СОКОЛОВА Т.Н., АФАНАСЬЕВА П.С.,  
ШИШКИНА И.М.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛЕЙ ТЕТРАЗОЛИЯ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ИНГИБИТОРОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Биологическую коррозию определяют как процесс разрушения материалов, в том числе и металлов, под воздействием продуктов жизнедеятельности бактерий, микроскопических грибов, водорослей и других микроорганизмов [1]. Количественную оценку ущерба от биокоррозии довольно сложно оценить, так как она зависит от множества факторов, включая тип материала, время воздействия окружающей среды и т.д. По оценкам последних исследований, потери от коррозии металлов оцениваются приблизительно в 3,4% от мирового валового национального продукта, что соответствует ~ \$2,9 трлн в 2017 году [2]. Целью настоящей работы явилось изучение возможности использования солей тетразолия как потенциальных ингибиторов биологической коррозии металлов.

В работе оценивались такие соли тетразолия, как ИНТ, МТТ, НСТ и ТФТ.

Как показано в работе [3], соли тетразолия обладают ингибирующим эффектом на дыхательную активность бактерий и могут предотвращать рост бактерий на металлических поверхностях, что в свою очередь будет способствовать снижению скорости биологической коррозии. Это позволило рассмотреть возможность использования солей тетразолия в качестве ингибиторов биокоррозии цинка и сталей, причем механизм торможения процесса коррозии связан не с блокировкой поверхности ингибитором, а с торможением реакции наработки бактериями пероксида водорода. Показано, что торможение коррозионных процессов под воздействием бактерий при использовании солей тетразолия происходит по двум причинам:

– в экссудате на поверхности с адсорбированными солями тетразолия под воздействием исследуемых бактерий не обнаруживался  $H_2O_2$  в течение от 2 до 45 суток в зависимости от вида бактерий и соли тетразолия, что свидетельствует о полном подавлении дыхательной способности бактерий;

– на поверхности металла образуется прочно адсорбирующийся комплекс металл-формазан, который блокирует активные центры на поверхности металла.

Таким образом, исследования показывают, что соли тетразолия могут быть эффективными в качестве ингибиторов биологической коррозии.

В целом, использование солей тетразолия является перспективным направлением в борьбе с биологической коррозией. Однако требуются дополнительные исследования для определения и уточнения оптимальных концентраций и условий их применения на модельных системах и в реальных условиях.

### *Библиографический список*

1. **Javaherdashti R.** A review of some characteristics of MIC caused by sulphate-reducing bacteria: past, present and future / R. Javaherdashti / *Anti-Corrosion Methods and Materials*. 1999. V. 4. N 3. P. 173–180.
2. **Hou B.** The cost of corrosion in China / B. Hou, X. Li, X. Ma, C. Du, D. Zhang, M. Zheng, W. Xu, D. Lu, F. Ma // *npj Materials Degradation*. 2017. V. 4. P. 1-10.

3. **Kalinina, A.A.** Application of chemical kinetics methods to the study of iodonitrotetrazolium chloride reduction in the presence of *Bacillus subtilis* cells / A.A. Kalinina, A.S. Makedoshin, S.Y. Radostin, N.V. Gursky, T.N. Sokolova, V.R. Kartashov // Moscow University Chemistry Bulletin. 2019. T. 74. № 1. С. 20-24.

УДК 66.083.2

ЖУЧОК О.Р., МОЧАЛОВ Г.М.

### **РАЗРАБОТКА СПОСОБА СИНТЕЗА СИЛАНА ПО РЕАКЦИИ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ДИСМУТАЦИИ ТРИХЛОРСИЛАНА ПРИ ПОВЫШЕННОМ ДАВЛЕНИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в России основным методом получения полупроводникового кремния является *Siemens process* [1, 2], состоящий в восстановлении водородом трихлорсилана или тетрахлорида кремния с выделением кремния и хлорида водорода. Данный процесс имеет ряд недостатков, связанных с экологической опасностью продуктов реакции, технологической опасностью (водород при температуре 700-900°C), значительными капиталовложениями из-за коррозионной активности исходных веществ и продуктов реакции, а также с высоким энергопотреблением.

В связи с этим широкое распространение в мире получило производство поликремния путем термического разложения силана, поскольку данный процесс требует меньше энергии, исходные вещества и продукты реакции не имеют коррозионной активности, а производство минимально загрязняет окружающую среду [3]. Силан нашел широкое применение в производстве полупроводникового кремния для солнечной энергетики, монокристаллического высокоомного кремния для подложек микросхем, а также для выращивания эпитаксиальных кремниевых структур в микро- и нанoeлектронике.

В настоящее время силан в основном получают с помощью каталитической дисмутации трихлорсилана. Этот метод предполагает простой процесс с наиболее низкой стоимостью и высокой чистотой продукта при относительной промышленной безопасности по сравнению с дисмутацией алкоксисиланов или ацидолизом силицидов активных металлов.

В настоящее время в России промышленное производство силана отсутствует, поэтому работы, посвященные созданию научной основы для разработки технологии производства силана, являются актуальными.

Целью работы является создание физико-химического базиса для математического и натурного моделирования реакционно-ректификационного аппарата для синтеза силана по реакции каталитической дисмутации трихлорсилана при повышенном давлении.

Проведено исследование активности оригинального термостойкого катализатора реакции дисмутации хлорсиланов. Показано, что активность катализатора не уступает известным из литературы [4]. Исследовано влияния давления на скорость каталитической реакции дисмутации трихлорсилана. Установлено, что скорость реакции возрастает приблизительно пропорционально давлению. Выявлена зависимость состава реакционного газа от времени контакта с катализатором, необходимая для оптимизации конструкции реактора.

На основе полученных данных разработана физико-химическая, а затем натурная модель установки для дисмутации хлорсиланов. Оптимизирована схема реализации процесса в одnoreакторном аппарате синтеза.

Работа выполнена в рамках государственного задания в области научной деятельности (тема № FSWE-2022-0008).

### *Библиографический список*

1. **H.S.N. Setty, Carl L. Yaws, B.R. Martin, D.J. Wangler.** Method of operating a quartz fluidized bed reactor for the production of silicon. U.S. Patent 3,963,838, 15 June 1976.
2. **S.K. Iya, R.N. Flagella, F.S. Dipaolo, J.** *Electrochem. Soc.* 129 – 1982. – P. 1531–1535.
3. **S. Liu, W. Xiao,** *Chem. Eng. Sci.* 127 – 2015. – P. 84–94.
4. **Гришнова, Н.Д.** Каталитическая активность анионообменных смол в реакции диспропорционирования трихлорсилана / Н.Д. Гришнова, Г.М. Мочалов, А.В. Гусев // Журнал прикладной химии. – 1999. – Т. 72, № 10. – С. 1667–1672.

УДК 004.032.26

ИВАНОВ С.В., БАШКОВ А.А., КЛОЧКОВА Н.С., ДАВЫДОВ А.М.

### **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КОНТАКТНЫМИ ПРОЦЕССАМИ ТРЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА ПРИ РЕЗАНИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Нейросетевое моделирование процессов трения при резании является актуальной темой в научно-технической области, связанной с производством и механической обработкой материалов. Данный метод позволяет улучшить точность и эффективность процесса резания, а также сократить время на его проведение.

Процесс резания металлов заключается в срезании с заготовки лишнего слоя в виде стружки с целью получения детали требуемой формы, размеров и классов шероховатости обработанных поверхностей.

Основными видами механической обработки являются: точение, строгание, сверление, фрезерование, шлифование и др. Все эти виды обработки осуществляют на металлорежущих станках с помощью различных режущих инструментов — резцов, сверл, фрез и др. Основой всех разновидностей процесса резания является точение, а основой всех видов режущего инструмента — токарный резец.

В современном машиностроительном производстве широко применяются сборные режущие инструменты, при использовании которых в процессе резания одновременно участвует несколько пластинок. Если эти пластинки обладают большим разбросом стойкости, то при использовании интенсивных режимов резания возникает опасность, что некоторые из них выйдут из строя преждевременно. Это может привести либо к браку, либо к поломке дорогостоящего инструмента. В связи с этим задача предсказания периода стойкости твердосплавных пластинок представляется весьма актуальной.

Для того чтобы улучшить процесс резания и снизить его негативное воздействие на инструмент и материал, необходимо провести анализ процесса трения. Одним из способов анализа является нейросетевое моделирование.

Идея нейросетей заключается в моделировании (повторении) поведения различных процессов на основе исторической информации. Сама нейросеть представляет собой набор специальных математических функций с множеством параметров, которые настраиваются в процессе обучения на прошлых данных. Затем обученная нейросеть обрабатывает исходные реальные данные и выдает свой прогноз будущего поведения изучаемой системы. Суть ней-

росети заключается в стремлении подражать происходящим процессам. По своей структуре нейронная сеть аналогична мозгу человека и также способна к обучению.

Главное отличие нейросетевых моделей от кривых роста или регрессионных методов состоит в том, что если указанные методы подгоняют реальный процесс или явление под стандартную математическую функцию, то нейронные сети подбирают параметры системы уравнений, приводя ее к реальной жизни.

Основным преимуществом нейросетевого моделирования является возможность получения точных прогнозов на основе имеющихся данных. Например, на основе данных о скорости резания, глубине резания, материале инструмента и обрабатываемом материале можно прогнозировать силу трения, температуру и другие параметры процесса резания.

Кроме того, нейросетевое моделирование позволяет учитывать нелинейные зависимости между параметрами процесса резания, что значительно повышает точность моделирования. Например, при увеличении скорости резания может происходить не только увеличение силы трения, но и изменение ее характеристик.

Таким образом, нейросетевое моделирование процессов трения при резании является эффективным инструментом для оптимизации производственных процессов и повышения качества обработки материалов. Однако для его использования необходимо иметь достаточно большой объем данных и проводить тщательный анализ параметров процесса резания.

УДК 614

КЕЧИН Е.С.

## **РАЗРАБОТКА СКАНИРУЮЩЕГО ТЕПЛОВИЗОРА**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Целью данной работы является рассмотрение принципов разработки сканирующего тепловизора на основе дешевых инфракрасных датчиков. Описываются основные принципы работы устройства, а также области его применения.

Тепловизор – это электронное устройство, которое позволяет определять температуру объектов по их инфракрасному излучению. Для этого в тепловизоре используются инфракрасные датчики, которые преобразуют инфракрасное излучение в электрический сигнал. Этот сигнал затем обрабатывается и преобразуется в изображение теплового поля.

Основой сканирующего тепловизора является технология инфракрасного сканирования, которая позволяет получать изображение теплового поля объектов. Для этого используются датчики, которые размещаются в сетке. Датчики регистрируют инфракрасное излучение с разных точек объекта, и полученные данные обрабатываются, чтобы сформировать изображение теплового поля [1].

В разработке сканирующего тепловизора на основе дешевых инфракрасных датчиков возникает ряд технических проблем. Основной проблемой является низкая чувствительность датчиков, что может привести к снижению точности измерений. Также возможны проблемы с разрешением изображения и снижением качества изображения в целом.

Одним из подходов для решения этих проблем является использование нескольких датчиков в сетке, что позволяет увеличить разрешение изображения и повысить точность измерений. Также могут использоваться специальные алгоритмы обработки сигнала, которые позволяют улучшить качество изображения.

Сканирующий тепловизор на основе дешевых инфракрасных датчиков может быть использован в различных областях. Он может использоваться в промышленности для мониторинга температурных изменений на производственных линиях, что позволяет выявлять

возможные неисправности и предотвращать аварии. В медицине тепловизоры могут применяться для обнаружения заболеваний, связанных с изменением температуры тканей, таких как опухоли, воспаления и т.д. В науке сканирующие тепловизоры могут использоваться для изучения тепловых свойств материалов и структур.

Несмотря на возможные проблемы, связанные с использованием дешевых инфракрасных датчиков, разработка сканирующего тепловизора на их основе представляет собой перспективную задачу. Это может быть экономически выгодное решение, позволяющее создать доступный и эффективный инструмент для решения различных задач.

В заключение можно отметить, что разработка сканирующего тепловизора на основе дешевых инфракрасных датчиков является важным направлением научных исследований, имеющим большой потенциал в различных областях. Развитие технологии инфракрасного сканирования и создание новых методов обработки сигнала могут значительно улучшить качество.

---

Кузнецов, Д.Н. Исследование тепловизора на базе инфракрасного датчика температуры серии MLX90614 / Д.Н. Кузнецов, А.Стеценко // Автоматизация технологических объектов и процессов. Сборник научных статей XIV научно-технической конференции аспирантов и студентов: ДонНТУ. – Донецк, 2014 г. –С.300-305.

УДК 621.396

КОТКОВ С.В., КУЗНЕЦОВ С.Е.

### **РАЗРАБОТКА ПРОСВЕТНОГО ПАССИВНОГО РАДАРА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ WI-FI**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современное развитие технологий беспроводной связи позволило им распространиться по всему миру, найти применение во множестве сфер человеческой деятельности и использоваться для решения самых разнообразных задач. Устройства, использующиеся для создания точек доступа беспроводной сети WiFi, в огромном количестве устанавливаются повсеместно – в жилых домах, в организациях, на промышленных предприятиях, на улицах. По этой причине вполне закономерным является повышение интереса к исследованиям в области использования сигналов, излучаемых подобными устройствами, для решения сопутствующих задач, не относящихся напрямую к передаче данных или организации беспроводных сетей.

Одной из таких задач является использование сигналов WiFi роутеров для обнаружения людей или иных объектов в зоне покрытия беспроводных сетей. Исследования [1, 2] показывают, что использование таких сигналов при развертывании радиолокационных систем малого радиуса действия является вполне решаемой задачей. Одним из вариантов создания таких систем является использование так называемого просветного эффекта, возникающего при прохождении электромагнитной волны через какой либо объект при ее распространении от передатчика к приемнику. Радары, построенные по такой технологии, называются просветными. Для реализации таких систем требуются разнесенные в пространстве передатчик и приемник. В качестве передатчика может выступать WiFi роутер. Таким образом, для реализации системы достаточно использовать лишь приемную часть.

Принцип действия просветного радара основан на получении разностной частоты принятого сигнала, оценке частоты Доплера, появляющейся вследствие движения объекта между передатчиком и приемником. На основании анализа результирующего сигнала принимается решение о наличии объекта в зоне обнаружения. Отдельное направление исследований в таких системах является обнаружение неподвижных объектов.

Данные системы могут использоваться в охранных системах, в системах обеспечения безопасности, контроля доступа или в других системах, подразумевающих необходимость обнаружения людей или иных объектов.

В отличие от других устройств, позволяющих вести наблюдение, подобные радары имеют ряд преимуществ. В отличие от использования RFID-меток (меток радиочастотной идентификации) применение просветного радара не требует наличия у объектов наблюдения специальных устройств или приспособлений, совместимых с системой наблюдения. В отличие от систем видеонаблюдения радар имеет меньшие «слепые» зоны и не подвержен потере эффективности из-за загрязнения, плохой освещенности, ослепления, осадков или иной причины ухудшения видимости объекта. Излучение специальных сигналов для работы рассматриваемой радарной системы не требуется, что позволяет сделать систему наблюдения энергоэффективной и скрытной.

### *Библиографический список*

1. Lombardo P., Colone F. WiFi-Based Passive Radar for Short Range Surveillance: Detecting and Locating Air Targets, Surface Vehicles and Human Beings / Sapienza University of Rome // European Microwave Week 2017;
2. Li W., Bocus M. J., Tang C., Vishwakarma S., Piechocki R. J., Woodbridge K., Chetty K. A Taxonomy of WiFi Sensing: CSI vs Passive WiFi Radar / University College London, UK, 2020.

УДК 629.113

КУЗМИЧЁВ В.А., КУЛАГИН А.Л.

## **РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НАМОТКИ БЕСКОЛЛЕКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ТРАНСПОРТА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Потребность локализации компонентной базы и повсеместный ввод в эксплуатацию беспилотного транспорта являются насущными проблемами нынешнего времени и подразумевают под собой выход на адаптацию технологических процессов и оборудования для быстрого прототипирования опытных образцов комплектующих. Большая часть беспилотного транспорта оснащается бесколлекторными электродвигателями, которые подбираются по своим техническим характеристикам в зависимости от назначения и конфигурации модели беспилотника. Запуск производства по созданию электродвигателей является стратегически важным решением для нашей страны и включает в себя широкий спектр дорогостоящего оборудования. Перед выходом электродвигателя в серию его необходимо рассчитать и создать прототип для проведения испытаний с дальнейшим заключением о технических характеристиках модели. Возможность внесения изменения в конструкцию и формирования опытного образца в короткий временной промежуток принесут за собой ускорение выхода

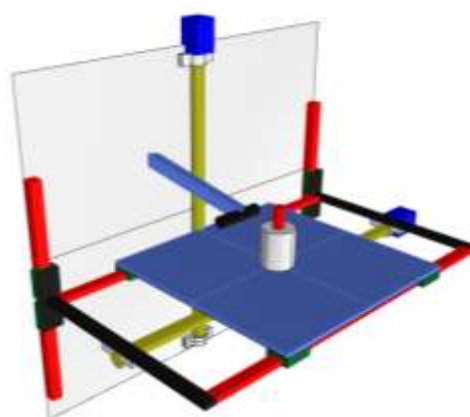


электродвигателя в серию. Одним из этапов в создании бесколлекторного двигателя является намотка эмалированной проволоки на статор. Для этого применяются намоточные станки.

Большая часть промышленных станков работает по следующему принципу: на рабочем столе закрепляется статор электродвигателя, он имеет степень свободы в продольном направлении вдоль направляющих стола и может совершать вращательные движения вокруг центральной оси. Бобина с проволокой совершает круговые движения таким образом, чтобы подать проволоку через направляющие губки к лепестку статора. Счётный механизм фиксирует число витков и при достижении необходимого количества происходит приворот статора для осуществления намотки следующего участка электродвигателя (рис.1). Преимуществом станков, работающих по такой технологии, является скорость намотки. Из недостатков можно выделить ручную адаптацию под тип размер лепестков статора, что значительно увеличивает время изготовления большой линейки электродвигателей на одном технологическом оборудовании. Стоимость станков варьируется от 680 тысяч рублей до 2.5 млн рублей.



**Рис. 1. Промышленный намоточный станок зарубежного производства**



**Рис. 2. Разрабатываемый намоточный станок**

На этапах разработки бесколлекторных электродвигателей, применяемых на беспилотном транспорте, от намоточного станка требуется лёгкая адаптация под различные типы намоток и размеры статора. Предлагаемое решение включает изменяемую технологическую систему адаптации, ввиду этого формируется новое технологическое оборудование с доступным управлением (рис.2).

В разрабатываемом оборудовании, статор размещается на рабочем столе и имеет три степени свободы:

- 1) продольное перемещение вдоль оси X;
- 2) вращение вокруг оси A;
- 3) вертикально перемещение вдоль оси Z.

Подача эмалированной проволоки осуществляется через неподвижное цилиндрическое сопло. Для управления станком необходимо в приложение внести характеристики электродвигателя и в автоматическом режиме будет сформирована управляющая программа для формирования намотки. При этом принцип управления предлагаемой разработкой схож с 3D-принтером.

Таким образом, мы получаем доступное в управление оборудование с широкими возможностями адаптации под различные типы размера бесколлекторных электродвигателей. Себестоимость такого оборудования начинается с 250 тысяч рублей. Оборудование можно коммерциализировать через малые производства, а также, учитывая нынешние тенденции внедрения беспилотного транспорта в учебные процессы, разрабатываемое оборудование

может быть интегрировано в технопарки, вузы, студенческие конструкторские бюро, Кванториумы, Точки роста и ДНК.  
УДК 621.389

КУРБАКОВ А.В., ЕРИН А.М., ЗАТРАВКИНА Е.И.

## **РАЗРАБОТКА БРАСЛЕТА ДЛЯ ОРИЕНТИРОВАНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ СЛАБОВИДЯЩИХ И НЕЗРЯЧИХ ЛЮДЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ориентация в пространстве является одним из важных аспектов повседневной жизни человека. Однако для людей со зрительными нарушениями определение местоположения, направления, движения являются сложными задачами, требующими специальных решений и технологий.

Технические средства, разрабатываемые специально для ориентирования слабовидящих и незрячих людей, могут значительно улучшить их возможности независимого передвижения, обеспечивая им дополнительные сенсорные или аудио-информационные подсказки. Эти технические средства могут помочь повысить уровень самостоятельности и независимости слабовидящих и незрячих людей, способствуя их активному участию в общественной жизни.

Существующие приборы, принцип работы которых основан на ультразвуковом или оптическом измерении расстояния, имеют свои преимущества и недостатки. В случае выпадения атмосферных осадков, происходит зашумление ультразвукового сигнала при приеме сигнала, что приводит к ошибочным срабатываниям устройства. Кроме того, обнаружение малых объектов может быть затруднено, так как ультразвуковые волны имеют низкую разрешающую способность [1].

Оптический способ обнаружения объектов основан он основан на анализе фазы, с которой возвращается к источнику излучения отраженный от препятствия лазерный луч. Лазерные лучи могут отражаться от зеркальных поверхностей, что приводит к ложным ошибкам обнаружения объекта или несрабатыванию прибора, что становится потенциально опасным для человека с нарушениями зрительного аппарата.

Разрабатываемый прибор основан на комбинированном методе измерения расстояния, который позволяет исключить недостатки каждого из отдельных методов и сохранить только их положительные качества. Ультразвуковые и оптические датчики работают одновременно, программа заложенная в контроллере анализирует полученную информацию и выдает точный ответ об объекте в виде обратной вибротактильной связи.

Отметим, что данная разработка попадает под закон Российской Федерации о государственной поддержке продажи медицинских изделий для инвалидов, то производитель получает коммерческую выгоду в виде государственной поддержки.

Финансирование может осуществляться в форме грантов, субсидий, льготных кредитов или иных механизмов, установленных законодательством Российской Федерации [2].

Поскольку на рынке нет альтернативных вариантов, компания имеет монопольное или квазимонопольное положение, что позволяет ей контролировать цены, объемы продаж и другие условия сделок, ведущих к увеличению своей прибыли. Таким образом, разработка браслетов для помощи незрячим представляет перспективное техническое решение, которое может иметь значительный социальный и практический эффект для незрячих людей, способствуя их самостоятельности и социальной интеграции.

### Библиографический список

1. Резников И.И., Фёдорова В.Н., Фаустов Е.В., Зубарев А.Р., Демидова А.К. Физические основы использования ультразвука в медицине. - М.,: 2015. - 97 с.
2. Закон Российской Федерации "О социальной защите инвалидов в Российской Федерации" от 24.11.1995 № 181-ФЗ // Официальный интернет-портал правовой информации. - 2022 г. - Ст. 11.1 с изм. и допол. в ред. от 22.08.2004.

УДК 621.3

ПЕТРОВ И.А., ЛОСКУТОВ А.А.

### ПРОВЕДЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ РЗА С ПОДДЕРЖКОЙ СТАНДАРТА МЭК61850

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время разрабатываются и вводятся в эксплуатацию преимущественно микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики (РЗА). Данные устройства должны строго соответствовать требованиям, представленным в СТО 56947007-29.120.70.241-2017 ПАО «ФСК ЕЭС» [1]. Согласно данному стандарту, объектами испытаний являются устройства релейной защиты, а также связанные с ними на уровне управляющих сигналов устройства автоматики.

Согласно СТО 56947007-29.240.10.248-2017 [2] при новом строительстве должны применяться современные устройства РЗА с поддержкой стандартных протоколов обмена данными. Современная тенденция цифровизации приводит к значительному усложнению устройств РЗА. Это связано с внедрением различных сетевых протоколов (МЭК 61850) и т.д. Данная тенденция приводит к необходимости применения более современных средств испытаний, таких как программно-аппаратный комплекс (ПАК) *RTDS NovaCor* или его аналоги.

Основной целью исследования является разработка стенда для проведения полунатурных испытаний микропроцессорных устройств РЗА с поддержкой МЭК 61850 на базе ПАК *RTDS*. Для достижения данной цели была разработана имитационная модель сети 110/10 кВ в программном обеспечении *RSCAD FX*. Обмен данными между терминалами РЗА и моделируемой системой электроснабжения осуществлялся посредством *SV*-поточков и *GOOSE*-сообщений (рис. 1). Параметрирование *GOOSE*-сообщений осуществлялось во встроенном конфигураторе *IEC61850 IED Configuration Tool (ICT)*.

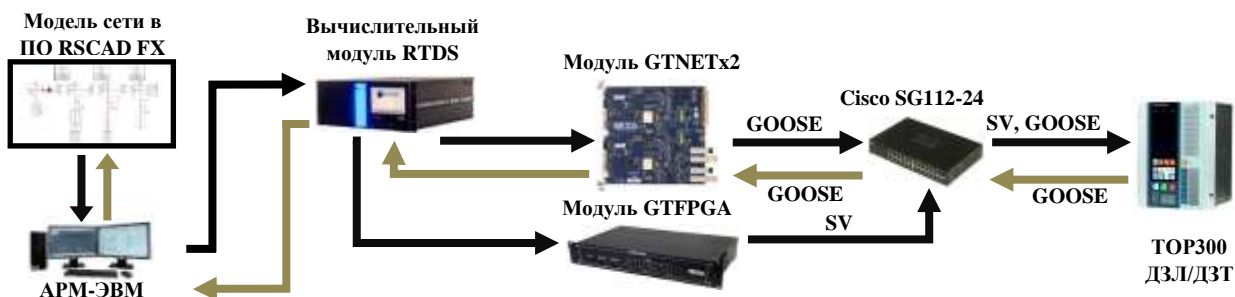


Рис. 1. Обмен данными между устройством РЗА и моделируемой системой электроснабжения

Апробирование разработанной имитационной модели осуществлялось на современных терминалах РЗиА производства ООО «Релематика». Результатами испытаний являются «срабатывание/не срабатывание» функций микропроцессорного терминала РЗиА. В ходе выполнения исследования была разработана имитационная модель сети 110/10 кВ, произведено конфигурирование терминалов РЗиА, а также разработан файл сценария для организации частичной автоматизации процесса проведения испытаний.

Исследование выполнено в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема №FSWE-2022-0005).

### *Библиографический список*

1. СТО 56947007-29.120.70.241-2017 «Технические требования к микропроцессорным устройствам РЗА» (уст. Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»).
2. СТО 56947007-29.240.10.248-2017 «Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ» (уст. Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»)

УДК 62-523.8

МИРОШИН Н.М., КУЗНЕЦОВ С.Е.

## **РАЗРАБОТКА РОБОТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ПО ВЕРТИКАЛЬНЫМ ПОВЕРХНОСТЯМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Обследование, обслуживание, ремонт и реставрация стен зданий и сооружений сопряжены с высоким риском для человеческой жизни. Снижению числа несчастных случаев среди промышленных альпинистов, строителей и представителей других аналогичных профессий, связанных с высотными работами, может способствовать создание высоконадежных дистанционно управляемых роботизированных комплексов способных беспрепятственно передвигаться вдоль вертикальных поверхностей и производить манипуляции с вертикальными поверхностями (обследование, обслуживание, ремонт).

Для решения подобных задач могут использоваться беспилотные летательные аппараты мультикоптерного типа. Однако их использование сопряжено с такими недостатками, как значительная зависимость от погодных условий и невысокая точность позиционирования в пространстве. Более перспективным решением данной задачи видится применение роботизированной платформы колесного типа, способной фиксироваться на вертикальной или наклонной поверхности и беспрепятственно передвигаться по ней.

Удержание платформы на вертикальной поверхности может производиться с помощью системы электровентиляторов, обеспечивающих создание области низкого давления воздуха в зазоре между основанием платформы и поверхностью. Данный подход позволит платформе одинаково устойчиво удерживаться как на ровных стенах разной степени шероховатости, так и на изогнутых и фактурных поверхностях. Небольшой просвет между основанием платформы и поверхностью поможет устройству преодолевать небольшие препятствия в виде кабелей и выпуклых декоративных элементов.

Перемещение платформы может обеспечиваться с помощью четырех прорезиненных

всенаправленных колес (колеса Илона), что позволит исключить повреждение поверхности и обеспечить высокую маневренность.

В качестве полезной нагрузки на платформу могут устанавливаться компактные инструменты для обработки поверхностей, измерительные устройства (ультразвуковые, радиолокационные, оптические и пр. датчики), средства фотовидеофиксации.

Для обеспечения связи между роботизированной платформой и пультом управления целесообразно использовать стандартную технологию беспроводной связи, обеспечивающей необходимую дальность действия и передачу как управляющей и служебной информации, так и полезных данных (например, видеоизображения с камеры, установленной на платформу). В качестве таковой может выступать Wi-Fi. При ее применении в качестве пульта управления платформой может выступать обычный смартфон или ноутбук.

Электропитание платформы может обеспечиваться встроенным источником аккумуляторного типа. Данное решение, в отличие от питания по проводам, снижает время активной работы, однако позволяет повысить мобильность и компактность всего комплекса.

Системы, аналогичные рассматриваемой, производит компания HausBots [1]. Одна из самых известных моделей HB1 имеет собственный вес 6 кг и способна создавать прижимную силу в 420 Н. Управление и электропитание осуществляется по проводам. Используются классические колеса и танковая система управления. В совокупности все это снижает маневренность и создает проблемы на больших высотах и неровных поверхностях.

---

Официальный сайт HausBots:[Электронный ресурс].URL:<https://hausbots.com>. (Дата обращения: 27.04.2023).

УДК 621.396.677.73

МУРАШОВА Ю.А., ТИМОФЕЕВ Е.П.

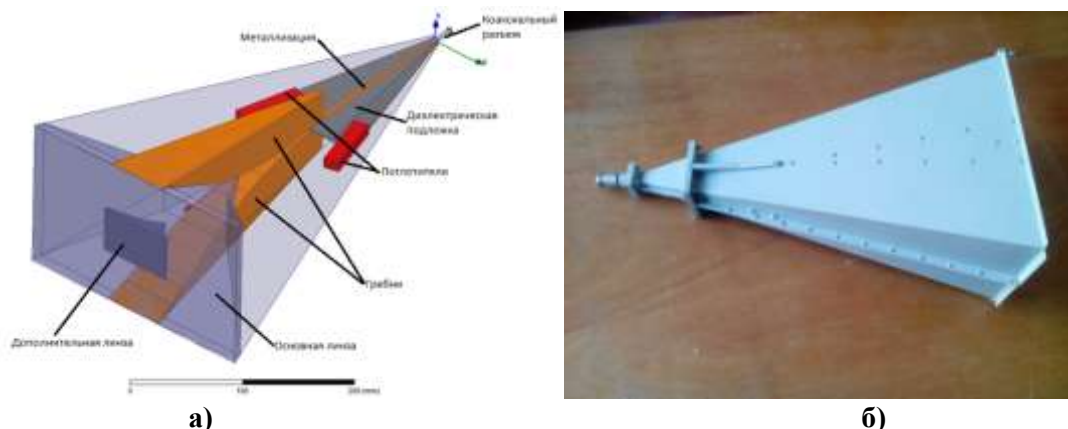
## **РАЗРАБОТКА СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОЙ РУПОРНОЙ ГРЕБНЕВОЙ АНТЕННЫ С УЛУЧШЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из основных тенденций развития аппаратуры связи и телекоммуникаций, измерительной радиоаппаратуры, а также радиолокационных комплексов и средств радиоэлектронной борьбы (РЭП), является использование широкополосных и сверхширокополосных сигналов. Одним из основных элементов таких систем являются сверхширокополосные (СШП) антенны [1].

Целью данной работы является разработка и оптимизация конструкции (СШП) измерительной рупорной антенны диапазона СВЧ (0,8-18 ГГц) с техническими параметрами превышающими характеристики серийно выпускаемой в настоящее время антенны Пб-59 (прототип).

Новая конструкция СШП антенны позволила улучшить ряд технико-экономических показателей антенны Пб-59: расширить диапазон частот (0,8 – 18 ГГц), уменьшить массогабаритные показатели, упростить конструкцию, отказаться от дорогостоящей оснастки при изготовлении, уменьшить стоимость антенны. При этом отметим, что добиться этих результатов в новой конструкции антенны стало возможным во многом благодаря включению согласующего перехода, выполненного на основе полосковой линии, непосредственно в рупор СШП антенны, рис. 1.



**Рис. 1. Устройство (а) и макет (б) разработанной СШП антенны**

Измерения и расчеты показали, что новую СШП рупорную гребневую антенну можно согласовать в полосе частот 0,8-18 ГГц ( $f_v/f_n \geq 22$ ) при уровне  $KCB_n < 2$  и обеспечить коэффициент усиления от 4 до 22 дБ [2].

Проведенные расчеты и измерения характеристик макета СШП антенны подтвердили правильность заложенных конструктивных решений.

#### ***Библиографический список***

1. Мурашова Ю.А., Тимофеев Е.П. Расчет сверхширокополосного согласующего перехода рупорной гребневой антенны // Сборник материалов XV НТК «Высокие технологии атомной отрасли. Молодежь в инновационном процессе», - Саров: ФГУП «РФЯЦ – ВНИИ-ЭФ», 2021 г. – С. 153-159.
2. Мурашова Ю.А., Тимофеев Е.П. Оптимизация конструкции сверхширокополосных рупорных гребневых антенн // Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции «Всероссийский форум молодых исследователей – 2022 г.», - Петрозаводск, 2022 г. – С. 388-396.

УДК 004.92

ПАЛАШ Д.С., ЕРМОЛАЕВА А.Д., ТОМЧИНСКАЯ Т.Н.

### **РАЗРАБОТКА VR-СИМУЛЯТОРА ВОЖДЕНИЯ: НОВЫЙ УРОВЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ НА ДОРОГАХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разработка симулятора вождения виртуальной реальности городской среды предназначена для улучшения обучения и подготовки водителей, повышения безопасности дорожного движения и снижения количества аварий на городских дорогах.

Согласно данным официального сайта Госавтоинспекции за 2022 год на дорогах Нижегородской области произошло 4367 аварий. Из них значительное число происходит на дорогах со сложными подъемами и спусками, а также с крутыми поворотами. По количеству аварий регион занял третье место после Москвы (7710) и Краснодарского края (5809).

Применение виртуального тренажера позволит пользователю с помощью VR-оборудования погрузиться в реальную городскую среду с разметками на дорогах, трёхмерными моделями существующих светофоров и дорожных знаков. Изучить наиболее опасные участки дороги в разное время суток, а также в снежную и дождливую погоду. Пользователю предоставляется сцена, в которой с помощью джойстика, управляя движением автомобиля, можно проехать по участку дороги, соблюдая правила дорожного движения. Симулятор вождения VR позволяет имитировать различные сценарии вождения в городских условиях, включая оживленные перекрестки, кольцевые развязки и узкие улицы. Тренажер имитирует различные погодные условия и условия освещения, такие как дождь и туман, чтобы помочь водителям понять проблемы вождения в неблагоприятных погодных условиях.

Пользователь может приобрести навыки применения правил дорожного движения, и ориентироваться в сложных, динамичных условиях городской среды. Разрабатываемый в ходе исследования тренажер предназначен для обучения водителей, и в частности водителей Нижнего Новгорода. Характерной особенностью местности, на которой расположен Нижний Новгород, является уникальный рельеф и разнообразие ландшафтов. В данной работе рассматривается один из таких участков как (Окский съезд). Рельеф Окского съезда характеризуется большим перепадом высот, аварийно-опасными поворотами. Поэтому для ознакомления с дорожной ситуацией города был выбран данный участок. Тренажер позволит начинающим водителям приобрести необходимые навыки на практике в комфортной и безопасной среде. Также он позволит гостям города ознакомиться с особенностями движения в городской среде со сложным рельефом. Разрабатываемый обучающий тренажер для водителей позволяет изучить наиболее опасные участки городской среды, ознакомиться с транспортной системой, светофорным регулированием Нижнего Новгорода при разном времени суток и погодных условиях. Симулятор позволяет подготовиться к вождению в реальной жизни.

Реализованы сцены с летним и зимним временем года, с разными временами дня и погодными условиями, чтобы пользователь мог ознакомиться.

Симулятор позволяет в интерактивном режиме проходить тестирование, управляя автомобилем и получая обратную связь в виде подсказок для выполнения заданий и при несоблюдении правил дорожного движения или невыполнении требований подсказок система начисляет штрафные баллы.

В заключение следует отметить, что разработка симулятора вождения в виртуальной реальности в городских условиях может значительно улучшить обучение и подготовку водителей, способствовать формированию навыков безопасного вождения и снизить количество аварий на городских дорогах.

УДК 539.1

ПЕТРЕНКО Д.А., АНИКИН А.С., БАСОВ А.А., ЕГОРОВА Е.С., КОНДРАТЬЕВ А.С.,  
ПУПЫНИН В.А., СЕМЕНЕНКО А.Н., ШАЛАЕВ А.И.

### **КАМЕРА ВИЛЬСОНА НА ЭЛЕМЕНТАХ ПЕЛЬТЬЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Камера Вильсона, или туманная камера, представляет собой трековый детектор заряженных частиц, в котором используется способность ионов зарождать капли воды в переохлажденном перенасыщенном паре.

Принцип работы туманной камеры заключается в способности частиц ионизировать атомы газа и способности ионов выполнять роль зародышей водяных капель тумана, запол-

няющего рабочий объем. В туманной камере появляются треки на пути движения заряженных частиц. Это происходит потому, что камера наполнена пересыщенными парами спирта. Одно из главных условий наблюдения треков частиц - низкая температура в камере.

В качестве охлаждающего элемента предлагается использовать элементы Пельтье.

Элемент Пельтье – это термоэлектрический преобразователь, принцип действия которого основан на эффекте Пельтье, обусловленным возникновением разности температур при протекании электрического тока. Из существующих элементов Пельтье авторами были выбраны элементы марки ТЕС1- 12706 и ТЕС1-12710, так имеют наиболее подходящие характеристики.

Чтобы добиться эффективной работы камеры Вильсона на элементах Пельтье, их можно разместить в следующем порядке: элемент марки ТЕС1- 12706 необходимо накладывать на более мощный элемент марки ТЕС1-12710, смазав при этом холодопередающие плоскости теплопроводной пастой. Такое расположение дает температуру существенно ниже, чем один элемент отдельно, так как элементы Пельтье работают в режиме трансформатора холода. Чтобы элементы Пельтье эффективно отводили тепло от охлаждающей поверхности камеры, горячую поверхность элементов Пельтье необходимо охлаждать. Отвод тепла от элементов производится за счет закрытого контура водяного охлаждения, состоящего из теплообменников, вентиляторов и водяного насоса.

Предлагаемый способ охлаждения рабочего объема камеры Вильсона имеет следующие преимущества:

- небольшие размеры;
- относительная дешевизна и доступность;
- отсутствие движущихся частей, а также жидкостей и газов;
- простота сборки и быстрый выход на рабочий режим.

К недостаткам можно отнести:

- частый брак элементов Пельтье и относительная их недолговечность,
- более низкий коэффициент полезного действия, чем у компрессорных установок, что приводит к затрате большей мощности, для достижения необходимой разности температур.
- необходимость нескольких источников постоянного тока для питания различных типов элементов Пельтье.

### ***Библиографический список***

1. **В.Н. Белозерцев, С.О. Некрасова, Д.В. Сармин, Д.А. Угланов, А.А. Шиманов.** Исследование основных характеристик термоэлектрического охладителя и генератора [текст] / В.Н. Белозерцев.– Самара: СГАУ, 2015.–77 с.
2. **О.А. Барсуков.** Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии. [текст] / Барсуков О.А. –Москва:ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 560 с.

УДК 621.3.072

ПЕТУХОВ Н.М., СОКОЛОВ В.В., СЛУЗОВ А.П., ХРАМОВ А.Е.

### **РАЗРАБОТКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЭНЕРГИИ С УЛУЧШЕННОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТЬЮ С ПИТАЮЩЕЙ СЕТЬЮ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основным источником для большинства потребителей электроэнергии является питающая сеть переменного напряжения. Для потребителей энергии на постоянном токе



требуются (необходимы) преобразователи переменного напряжения в постоянное. Простые выпрямители (однофазные и трехфазные) с емкостным фильтром на входе потребляют из сети несинусоидальный ток, что приводит к существенному искажению питающего напряжения.

Уменьшить негативное воздействие таких преобразователей на питающую сеть можно за счет применения устройств пассивной или активной коррекции в самих выпрямителях

Корректор коэффициента мощности (ККМ) выполняет функцию активной фильтрации тока в электрической сети. Он используется для приближения фазового сдвига между током и напряжением источника к нулю, а также для формирования синусоидальной формы тока, потребляемого от сети.

В программном обеспечении Micro-Cap 9 разработана имитационная модель однофазного корректора коэффициента мощности с синхронным управлением.

В результате проведенного моделирования в ПО Mathcad 15 построен график зависимости напряжения на нагрузке от тока нагрузки (нагрузочная характеристика) однофазного корректора коэффициента мощности, показанный на рисунке 1.



**Рис. 1. Нагрузочная характеристика однофазного корректора коэффициента мощности**

Проведено моделирование и анализ работы однофазного корректора коэффициента мощности. Результатом анализа стал график нагрузочной характеристики однофазного ККМ. По полученному графику видно, что при увеличении сопротивления в нагрузке происходит нелинейное увеличение напряжения. Также по результатам анализа переходных процессов получена осциллограмма потребляемого тока, которая имеет синусоидальную форму и совпадает по фазе с напряжением питающей сети.

#### ***Библиографический список***

1. Ваняев В.В. Преобразовательная техника: учеб. пособие / В.В. Ваняев; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2020. – 135 с.
2. Герман-Галкин, С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink. + CD / С. Г. Герман-Галкин. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2013. – 448 с. – ISBN 978-5-8114-1520-5. – EDN UGROWP.

ПЛЕШАКОВ М.Е., СОКОЛОВ В.В., ВАНЯЕВ В.В., БЕРДНИКОВ И.Е.

## РАЗРАБОТКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЭНЕРГИИ С УЛУЧШЕННЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основой был выбран резонансный полумостовой LLC преобразователь. Резонансными называют инверторы, у которых периодический характер электромагнитных процессов в нагрузке обусловлен колебательными свойствами LC-контура. Конденсаторы, входящие в состав колебательного контура, могут быть включены с нагрузкой последовательно, параллельно и последовательно-параллельно. В данной работе рассмотрен и смоделирован последовательный инвертор.

Резонансный LLC преобразователь имеет много дополнительных преимуществ по сравнению с другими резонансными преобразователями, такими как RLC, LCC и т.д. Выбранный тип преобразователя позволяет регулировать выходное напряжение и компенсировать колебания нагрузки путем относительно небольшого изменения частоты переключения. Также в таком преобразователе возможно реализовать мягкую коммутацию, то есть обеспечить переключение IGBT транзисторов при нулевом напряжении.

Для проведения анализа работы резонансного преобразователя в ПО Matlab была построена имитационная модель. В схеме модели два модуля резонансных инверторов напряжения работают на общую нагрузку с противофазным управлением транзисторами.

Особенностью данной схемы является реализация мертвого времени при помощи генераторов импульсов в звене управления IGBT транзисторами. В результате моделирования были получены значения, приведенные в табл. 1.

**Таблица 1**

**Результат анализа схемы в ПО Matlab**

№№пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Нагрузка Rн (Ом)	200	20	2	1	0,85	0,75	0,5	0,2	0,02
Напряжение на нагрузке (В)	364	360	350	340	305	270	183	75	7,5
Ток нагрузки (А)	1,82	18	175	340	359	360	366	380	375

Проведено моделирование резонансного преобразователя энергии для решения задачи по разработке комплекта статических преобразователей системы электропитания для телеуправляемого необитаемого подводного аппарата. Пульсации напряжения и тока в нагрузке не превышают 1% за счет правильного расчета параметров фильтров. Правильность выбора параметров элементов модели подтвердили испытанием на макетном стенде. Также на её основе были рассмотрены различные варианты реализации данного проекта и работа на изменяющуюся во времени нагрузку.

### **Библиографический список**

1. Texas Instruments. (2010). Designing an LLC Resonant Half-Bridge Power Converter. Reproduced from 2010 Texas Instruments Power Supply Design Seminar SEM1900, Topic 3. TI Literature Number: SLUP263. pp. 1-3. (дата обращения 05.04.2023).

2. Стрелков, В. Ф. Квазирезонансный преобразователь с улучшенными характеристиками / В. Ф. Стрелков, А. Б. Дарьенков, В. В. Ваняев // Интеллектуальная электротехника. – 2020. – № 1(9). – С. 98-107. – DOI 10.46960/2658-6754\_2020\_1\_98. – EDN XREYMC.

УДК 539.1

ПУПЫНИН В.А., АНИКИН А.С., БАСОВ А.А., ЕГОРОВА Е.С., КОНДРАТЬЕВ А.С.,  
ПЕТРЕНКО Д.А., СЕМЕНЕНКО А.Н., ШАЛАЕВ А.И.

## **МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ АКТИВНОСТИ ИСТОЧНИКА ПУТЕМ ЦИФРОВОГО АНАЛИЗА ТРЕКОВ ЧАСТИЦ В КАМЕРЕ ВИЛЬСОНА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Камера Вильсона, или туманная камера, представляет собой трековый детектор заряженных частиц, в котором используется способность ионов зарожать капли воды в переохлажденном перенасыщенном паре.

Трековый анализ частиц может быть применён для решения задач по изучению изотопного состава урана и других исследуемых радионуклидов.

В существующей практике анализа треков частиц, излучаемых активным элементом в камере Вильсона, применяется неполный спектр возможностей анализа. Потребность в получении более полной информации при неdestructивном анализе излучающих радионуклидов вызвала необходимость в развитии метода измерения активности источника и разработке комплексного подхода к анализу треков частиц.

Для анализа треков авторами предлагается применение искусственного интеллекта, обученного определять вид частицы по треку, анализировать активность радиоактивного источника, выявлять долю различных видов излучения в активности источника, а так же радиус кривизны трека и его длину.

Искусственный интеллект (ИИ) проводит анализ с помощью камер, которые фиксируют треки частиц. Применяется два способа: плоский и объемный. Для первого способа достаточно одной камеры, которая будет регистрировать треки лишь в одной плоскости. Второй же способ может дать более точную информацию об источнике, потому что анализ будет проводиться в трех плоскостях. Для объемного способа требуется как минимум три камеры. Обучение искусственного интеллекта проводится на основе эталонных снимков треков частиц в камере Вильсона.

Учитывая особенности треков от разных частиц, при помощи ИИ становится возможным дифференциация частиц и расчет их парциального состава. Кроме того, по длине трека  $\alpha$ -частицы, используя алгоритмы ИИ, можно оценить её кинетическую энергию с помощью зависимости:

$$R = 0,318 T^{\frac{3}{2}}, \text{ где } R \text{ – пробег } \alpha\text{-частицы; } T \text{ – энергия } \alpha\text{-частицы.}$$

При помещении камеры Вильсона в магнитное поле ИИ идентифицирует неизвестную частицу. Осуществляется это путем сравнения её удельного заряда  $q/m$  с удельным зарядом протона.

Для заряженной частицы, движущейся перпендикулярно вектору индукции магнитного поля, можно записать:

$$qBv = \frac{mu^2}{r} \text{ или } \frac{q}{m} = \frac{u^2}{Br}, \text{ где } q \text{ – заряд частицы; } B \text{ – магнитная индукция; } u \text{ – скорость частицы; } m \text{ – масса частицы; } r \text{ – радиус кривизны.}$$

Отсюда видно, что отношение удельных зарядов частиц равно обратному отношению

радиусов. Используя данную зависимость, ИИ может определить удельный заряд неизвестной частицы, что позволяет идентифицировать ее.

Преимущества описанного способа по сравнению, например, с применением в качестве детектора счетчика Гейгера-Мюллера, очевидны. Эффективность регистрации частиц в камере Вильсона гораздо выше и приближается к 100 процентам. Привлечение ИИ к анализу треков в камере Вильсона открывает новое направление в анализе частиц излучения и позволяет в автоматическом, непрерывном режиме получать массу важнейших характеристик как радиационного источника в целом, так и частиц, им испускаемых.

### ***Библиографический список***

1. **Дас Гупта**, Камера Вильсона и ее применение в физике [Текст] / Н. Дас Гупта и С. Гош ; Пер. с англ. Э. Л. Бурштейна ; Под ред. П. А. Черенкова. - Москва : Гос. изд-во иностр. лит., 1947 (16-я тип. треста "Полиграфкнига"). - 152 с.
2. **Зарипова Л.Д.**, Физические основы дозиметрии. Радиационная безопасность [Текст]: учебно-методическое пособие / Л.Д. Зарипова // Казань: Изд-во Казанс. Гос. Ун-та, 2008 – 42 с.
3. Принципы и методы регистрации элементарных частиц. [Сост. ред. Люк К.Л. Юан, Ву Цзянь-Сюн], пер. с англ., М., 1963. Л. И. Сарычева.

УДК 621.74

РАКИТИН С.Р., ЧЕБЕРЯК О.И.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ОТЛИВОК ИЗ ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ В УСЛОВИЯХ ПАО "ГАЗ"**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из актуальных проблем литейного производства является получение качественных отливок из алюминиевых сплавов без трещин, раковин, неметаллических включений и других дефектов, зависящих от литейных свойств и технологии производства, которые проявляются при заполнении формы, кристаллизации и охлаждении заготовок.

В условиях базового предприятия изготавливаются отливки из алюминиевых сплавов для автомобилей марки «ГАЗ». Процесс получения заключается в расплавлении металла в индукционной тигельной печи ИАТ 2,5, далее рафинировании в установке РАЛ 240 и заливке методом литья под высоким давлением на машине с горизонтальной холодной камерой пресования СЛН 400.01 с последующей механической обработкой.

Данная технология позволяет получать отливки с высокой размерной и поверхностной точностью, но за счёт своих недостатков имеет повышенное количество брака, такого как газо-усадочная пористость, недоливы, неметаллические включения, сквозные и глухие трещины и так далее. [1] Наиболее критичным и часто встречающимся дефектом, влияющим на механические свойства отливок, является газовая пористость.

Основной причиной образования газовых дефектов является выделение газов из сплава, следовательно, для снижения вероятности образования дефектов необходимо снизить содержание газов в расплаве.

Цель работы заключается в повышении степени очистки цветных сплавов в условиях базового предприятия.

Решение актуальной для предприятия проблемы заключается в применении нового, более эффективного способа рафинирования. Разработанный способ предполагает комплексное воздействие двух видов обработки сплава.

Для комплексного рафинирования была разработана уникальная установка, совмещающая возбуждение в расплаве импульсных колебаний с одновременной продувкой инертным газом.

К преимуществам обработки комбинированным действием по сравнению с продувкой инертным газом относятся:

- более полное и качественное рафинирование за счёт одновременного эффекта двух видов обработки;
- влияние на структуру сплава ультразвука, при помощи которого уменьшается средний размер зерна, что ведёт к повышению прочностных характеристик;
- уменьшение расхода аргона за счёт разбиения пузырьков, которое увеличивает поверхности соприкосновения сплава с инертным газом.

Ожидаемый результат введения в технологический процесс базового предприятия устройства для рафинирования комбинированным действием – является снижение количества брака литья газового происхождения. Это приведёт к снижению затрат на производство годовой программы до 30% и повышению механических свойств получаемых изделий.

---

Беккер, Б.М. Литье под давлением: учебник для вузов/ М.Б. Беккер, М.Л. Заславский, Ю.Ф. Игнатенко - 3-е изд., перераб. и под. - М.: Машиностроение, 2011. - 400 с.

УДК 621.74

РАКИТИН С.Р., ЧЕБЕРЯК О.И.

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ ОТЛИВОК ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННОГО РАФИНИРОВАНИЯ РАСПЛАВА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из актуальных задач литейного производства является получение высококачественных отливок из цветных сплавов для автомобилестроения, которое входит в список приоритетных направлений проектов технологического суверенитета РФ. Основной проблемой для решения данной задачи является образование брака, возникающего во время заполнения форм, кристаллизации и охлаждении заготовок.

Современный процесс получения высокоточных отливок из алюминиевых сплавов заключается в расплавлении металла, рафинировании, заливке методом литья под высоким давлением, механической обработке. Технология литья под давлением позволяет получать отливки с высокой размерной и поверхностной точностью, но характеризуется браком по газо-усадочной пористости, недоливом, неметаллическим включениям, сквозным и глухим трещинам и т.д. Высокий процент неустраняемого брака, который может достигать до 50%, существенно увеличивает стоимость готовых изделий. Наиболее критичным и часто встречающимся дефектом, влияющим на механические свойства отливок, является газовая пористость.

Основными причинами образования газового дефекта являются:

- чрезмерная газотворность используемой смазки;

- захват воздуха из камеры прессования, литниковых каналов и т.д. вследствие неправильного режима заполнения пресс-формы;
- недостаточное рафинирование сплава.

Существующие методы рафинирования продувкой инертными газами имеют ряд недостатков:

- наличие застойных зон в нижней части рабочей ёмкости;
- необходимость большой глубины ванны, иначе действие дегазации малоэффективно;
- наличие запаса объёма ковша для исключения расплескивания;
- высокий расход инертного газа;
- снижение температуры металла при длительной обработке.

Предлагается использование метода комплексного рафинирования, для реализации которого разработана уникальная установка, совмещающая возбуждение в расплаве импульсных колебаний с одновременной продувкой инертным газом.

Обработка расплава на установке комбинированного рафинирования обеспечивает:

- полное и качественное рафинирование за счёт одновременного использования двух видов обработки расплава;
- повышение прочностных характеристик получаемых литых заготовок за счёт изменения структуры сплава;
- уменьшение расхода инертного газа.

Результатом применения разработанной установки комбинированного рафинирования станет более глубокий и полный процесс рафинирования алюминиевых сплавов, что снизит количество брака, связанного с газовыми дефектами, и тем самым повысит технико-экономические показатели производства высокоточных отливок из алюминиевых сплавов.

Конечная цель работы заключается в исследовании воздействия импульсных колебаний на неоднородные расплавы, что позволит подобрать параметры воздействия для конкретного технологического процесса, обеспечивающие максимальный эффект рафинирования.

УДК 544.556.1

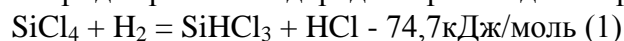
РЕКУНОВ Н.В., МОЧАЛОВ Г.М., КОРНЕВ Р.А.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДА УТИЛИЗАЦИИ ТЕТРАХЛОРИДА КРЕМНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВОДОРОДОМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Тетрахлорид кремния ( $\text{SiCl}_4$ ) является основным побочным продуктом в процессах получения трихлорсилана (Сименс-процесс), а также при получении силана по реакции дисмутации трихлорсилана. В связи с этим значительный интерес представляет разработка эффективных методов переработки тетрахлорида кремния в трихлорсилан ( $\text{SiHCl}_3$ ), что позволяет осуществить рециклинг тетрахлорида кремния в синтез силана или повысить выход целевого продукта в Сименс-процессе.

Восстановление тетрахлорида кремния водородом происходит по реакции:



Перспективным вариантом восстановления тетрахлорида кремния водородом является плазмохимическое гидрирование. Данный метод обеспечивает высокий выход и чистоту трихлорсилана, поскольку не требует применения дополнительных реактивов кроме водорода и тетрахлорида кремния.

Получение трихлорсилана проводили путем гидрирования тетрахлорида кремния в водородной плазме в условиях высокочастотного (41 МГц) емкостного разряда.

Экспериментально исследовали зависимость выхода трихлорсилана от давления в диапазоне значений от 10 до 760 Торр при соотношении компонентов исходной смеси  $[H_2]:[SiCl_4]=3,5$ . Удельный энергозатрат в процессе эксперимента поддерживали постоянным, равным 300 кДж/моль. Образование трихлорсилана в продуктах реакции наблюдается при давлении более 100 Торр. Зависимость выхода трихлорсилана от давления не монотонна. Максимальный выход трихлорсилана (60%) наблюдается при давлении 500 Торр.

Для практической реализации наибольший интерес представляет проведение процесса гидрирования тетрахлорида кремния при атмосферном давлении. При атмосферном давлении проводилось изучение зависимости выхода трихлорсилана от удельного энергозатрата и относительной концентрации компонентов исходной смеси.

В исследованном диапазоне изменения энергозатрата (115-550 кДж/моль) выход трихлорсилана остается постоянным и составляет порядка 40%.

Зависимость степени превращения  $SiCl_4$  в трихлорсилан и кремний от соотношения реагентов в исходной смеси исследовалась при постоянной скорости подачи тетрахлорида кремния (0,7 моль/час) и постоянной мощности разряда (110 Вт). Максимальный выход трихлорсилана (44%) наблюдается при соотношении  $[H_2]:[SiCl_4]=6,9$ . При дальнейшем увеличении концентрации водорода выход трихлорсилана уменьшается.

Определены оптимальные условия ( $P=500$  Торр,  $[H_2]:[SiCl_4]=6,2$ ), обеспечивающие максимальный выход трихлорсилана. Проведение процесса плазмохимического гидрирования тетрахлорида кремния при оптимальных параметрах обеспечивает выход трихлорсилана более 50%.

Экспериментально исследовано поведение углеродсодержащих примесей в процессе плазмохимического гидрирования тетрахлорида кремния. Показано, что в оптимальных условиях гидрирования концентрация углеродсодержащих примесей в продуктах снижается в 20 раз.

Работа выполнена в рамках государственного задания в области научной деятельности (тема № FSWE-2022-0008).

УДК 629.576

РУМЯНЦЕВ Н.Е., ПЕТРОВ И.Н.

## **РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА РЕЧНОГО ЭКРАНОПЛАНА С ШАССИ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Со времён развала СССР количество аэродромов и численность речного флота в России значительно снизились. Для регионов, находящихся на значительном удалении от Европейской части России, это создаёт серьёзные трудности. Нарушение товарооборота, трудности взаимодействия между населёнными пунктами, сложности в оказании медицинской помощи, стоимость билета и значительные затраты времени на преодоление маршрута – небольшой пример трудностей, которые испытывают удалённые регионы (в частности Сибирь и Дальний Восток) [1].

Для решения этих проблем был разработан проект речного экраноплана с шасси на воздушной подушке. Экраноплан имеет самую высокую скорость (200-220 км/ч) среди наземного (максимально допустимая 110 км/ч) и речного (25-80 км/ч) видов транспорта. Экраноплан значительно экономичнее самолётов [2] при необходимости снабжения нескольких

регионов за один маршрут. Экраноплану не требуется инфраструктура для эксплуатации, т.к. он оснащён воздушной подушкой, что делает его амфибийным.

Данный аппарат может эксплуатироваться в качестве пассажирского экраноплана (ёмкостью 102 человека), грузопассажирского (часть салон переоборудуется под грузовой отсек), спасательного аппарата, передвижного медицинского модуля (обслуживание населения на магистральных реках и их притоках).

В табл. 1 представлены технические характеристики экраноплана.

**Таблица 1**  
**Технические характеристики экраноплана**

Параметры	Значения
Габариты, $L \times B \times H$ , м	35,1x24x9,05
Взлётная масса, кг	50000
Пассажировместимость, чел.	102
Экипаж, чел.	3
Маршевые двигатели 2xТВ7-117СТ-01	2900 л.с.
Вспомогательная силовая установка воздушной подушки	ТВ-0-100 -750 л.с.
Крейсерская скорость, км/ч	200
Практическая дальность полёта, км	1000
Максимальная высота полёта, м	10



**Рис. 1. Катапультная модель экраноплана (1:96)**

Помимо теоретических расчётов в процессе проектирования активно применялись модельные испытания. Были спроектированы две модели: катапультная в масштабе 1:96 (рис. 1) и радиоуправляемая с управляемой воздушной подушкой в масштабе 1:24.

Модельные испытания помогли оптимизировать конструкцию экраноплана и подтвердили теоретические расчёты на практике (коэффициент подъёмной силы, аэродинамическое качество аппарата, стабильность полёта, уточнить тягу двигателей, влияние режима работы вентилятора воздушной подушки на моментные характеристики и т.д.)

#### ***Библиографический список***

1. **Белавин Н.И.** Экранопланы. - Второе, переработанное и дополненное издание изд. - 191065, Ленинград, ул. Гоголя, 8: «Судостроение», 24 сентября 1976. - 228 с.
2. **Морозов В.П., Спехов П.Л.** Проектирование скоростных судов с динамическими принципами подержания. Выбор проектных параметров экранопланов. Основы проектирования экранопланов: учеб. пособие. Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2020 -134.

УДК 66.045.129.9

СОКОЛОВ А.Е., КОСЫРЕВ В.М., СИДЯГИН А.А.

### **РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА**

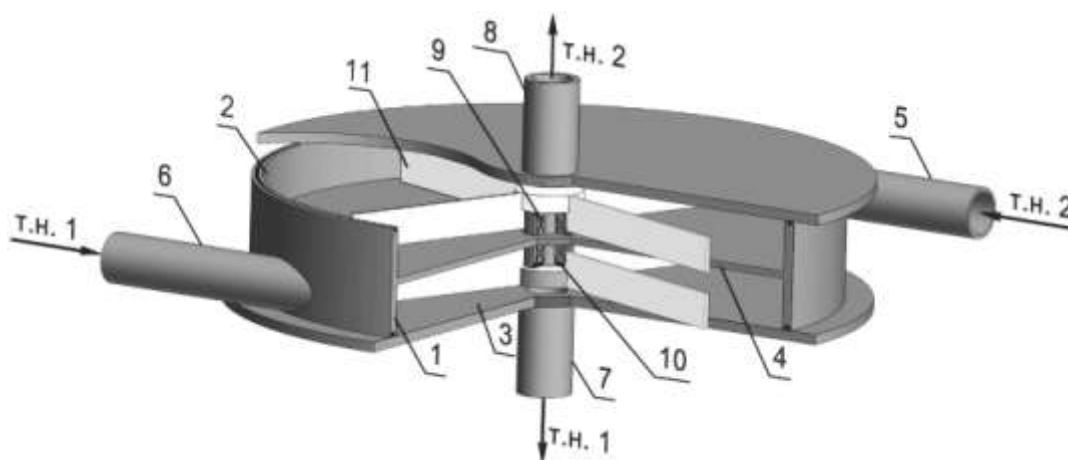
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,  
Дзержинский политехнический институт (филиал)

В современной промышленности стала весьма актуальной проблема повышения эффективности теплообменных аппаратов. Современные теплообменники должны соответ-



вывать следующим требованиям: обеспечивать передачу требуемого количества теплоты; обладать минимальным уровнем гидравлических сопротивлений при заданной пропускной способности; быть прочными и надёжными в эксплуатации; иметь возможность очистки и ремонта теплообменных поверхностей; иметь низкие габариты и металлоёмкость. На кафедре ТОТС ведется разработка и изучение теплообменника с вращающимся ротором (ВРА) [1], отвечающего этим требованиям.

Аппарат разработан на основе существующей конструкции вихревого теплообменного аппарата (ВТА) [2]. Корпус аппарата (1) включает две вихревые камеры (2,3), разделенные диском (4), который служит поверхностью теплообмена. Вращающийся ротор (11) представляет собой вал, на который установлены две крыльчатки. Ротор закреплен в подшипниковом узле (9) и с обеих сторон снабжён уплотнениями (10). Крышки аппарата съемные и стянуты шпильками (на рисунке не показаны).



**Рис. 1. Роторно-вихревой теплообменник:**

1 – корпус; 2,3 – вихревые камеры; 4 – теплообменный диск; 5,6,7,8 – патрубки;  
9 – подшипники, 10 – уплотнение, 11 – ротор

При работе горячий теплоноситель (т.н. 1) подается в тангенциальный патрубок (6), совершает движение по окружности и от периферии к центру, взаимодействует с диском (4) и лопатками ротора (11), приводя его в движение. Вращение с помощью вала передается на крыльчатку в верхней камере. Через патрубок (5) в верхнюю камеру подается холодный теплоноситель с меньшим расходом (т.н. 2). При этом холодному теплоносителю сообщается дополнительное вращение. Таким образом, низкая степень турбулизации в верхней камере компенсируется энергией, вводимой в нижнюю камеру, тем самым повышая теплообмен. В ходе испытаний ВРА с  $D = 305$  мм коэффициент теплопередачи  $K$  достигал  $1700 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

Новый теплообменник может применяться для рекуперативной передачи тепла на предприятиях химической, нефтехимической и пищевой промышленности. Преимущества аппарата заключаются в простоте конструкции, легкости обслуживания и в высокой эффективности теплообмена даже в случае низкого расхода одного из теплоносителей.

#### ***Библиографический список***

1. Патент РФ 2766504, МПК F28D 20/00 Вихревой теплообменный аппарат / Косырев В.М., Соколов А.Е., Сидягин А.А. – опубл. 15.03.2022, Бюл. № 8.

УДК 620.179.1

СОЛОВЬЕВ А.А., ХЛЫБОВ А. А., РЯБОВ Д.А.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАВОДОРОЖИВАНИЯ НА СТРУКТУРУ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТИТАНОВОГО СПЛАВА ПТ-3В**

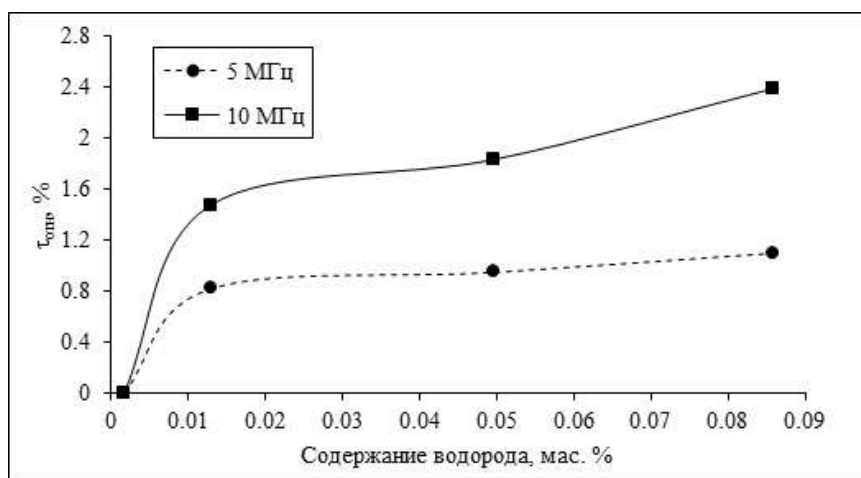
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Машиностроение – это обширная и многоплановая отрасль промышленности, характерной особенностью которой является огромное разнообразие конструкций и видов их нагружения, многообразие рабочих сред, температурных условий и т.п. В соответствии с этим круг металлических материалов, применяемых в машиностроении, весьма широк. Наиболее ценными конструкционными материалами являются сплавы, сочетающие в себе важные эксплуатационные качества: высокую прочность, стойкость к агрессивным средам, достаточную прочность при повышенных температурах и др. К таким материалам можно отнести титан и сплавы на его основе [1,2].

Однако существенным недостатком титановых сплавов является повышенная химическая активность при повышенных температурах и способность интенсивно поглощать газы. Так,  $\alpha$ - и псевдо- $\alpha$ -титановые сплавы, которые используются для создания трубных систем судовых ядерных энергетических установок, подвержены контакту с водородосодержащими средами, что приводит к возникновению водородной хрупкости (при содержании водорода больше критического), которая проявляется снижением пластичности, ударной вязкости и других физико-механических свойств [1].

Таким образом, своевременное обнаружение очагов охрупчивания, оценка степени их влияния на прочностные и эксплуатационные характеристики материалов является актуальной задачей. Одно из направлений решения данной проблемы – использование средств неразрушающего контроля. Разработка и освоение этих методов позволит отслеживать техническое состояние конструкций и оборудования, контактирующих с водородосодержащими средами.

Результаты применения рэлеевских (поверхностных) волн для контроля наводороженного состояния сплава ПТ-3В показаны на рис. 1.



**Рис. 1. Зависимость относительного изменения в % времени распространения рэлеевских волн от массовой доли водорода в сплаве ПТ-3В**

### *Библиографический список*

1. **Хлыбов А.А.** Разработка акустического метода определения степени наводороживания в конструкциях из титановых сплавов / Хлыбов А.А., Рябов Д.А., Пичков С.Н., Шишулин Д.Н., Захаров Д.А. Дефектоскопия, 2019. №4. С. 8-14.
2. **Weng Q.** Hydrogenation reaction of metallic titanium prepared by molten salt electrolysis /Weng Q., Li R., Yuan T., Shi Y. Transaction of Nonferrous Metals Society of China, 2016. Vol. 26. P. 1425-1432.

УДК 621.74

РЯБИКИНА Т.В., СТАРОСТИНА О.Н., ЧУЧКОВА А.А.,  
ДВОРЯНЧИКОВ К.Е., ФАУТ К.А.

### **РАЗРАБОТКА РЕЖИМОВ 3D-ПЕЧАТИ МАСТЕР - МОДЕЛЕЙ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

НГТУ им. Р.Е. Алексеева, Арзамасский политехнический институт

Внедрение аддитивных технологий на этапе создания мастер-моделей является одной из актуальных задач литейного производства. Технология послойного наплавления позволяет получить модели сложной геометрической формы в кратчайшие сроки. Автоматизация технологического процесса на подготовительном этапе значительно повышает производительность и качество отливок.

Исследована печать Ultimaker 2+ стандартное и модернизированное исполнение с применением различных диаметров сопел. В работе экспериментально установлены наиболее подходящие для использования материалы пластика. В экспериментах для печати выбран PLA-пластик, из-за его свойств, описанных ранее [1].

В настоящее время определены следующие параметры печати: скорость печати от 35-60 мм/с; температура печати от 210-235 °С; температура стола – 45°С; высота слоя – 0,1- 0,2 мм; толщина стенок – 1,6 мм; плотность заполнения – 15-30%. Добавляются уклоны для минимизации количества поддержек при печати и другие адаптационные мероприятия.

Установлено, что для изготовления мастер – модели важным параметром является процентное внутреннее заполнение и его тип, высота слоя, поддержки и способ их построения. Это значительно влияет на снижение зольности при прокаливании литейных форм по режиму 850-950°С в течение 4 ч. Далее выполнялся технологический процесс заливки форм.

С целью получения высококачественных отливок рекомендуется выполнять: корректировку G-кода с изменением высоты слоя на проблемных участках моделей (уклоны, скругления); корректировку процесса постобработки напечатанных моделей шлифованием. Применение пластика RECCAST [1], и подбор режимов выжигания пластика в зависимости от объема формы также повышает качество отливок.

Использование разработанных рекомендаций позволяет сократить себестоимость печати мастер – модели до 10 733 руб. Время изготовления соответственно уменьшается с 39 до 5 ч.

### *Библиографический список*

1. А.Н. Хаустов, В.В. Глебов, Т.В. Рябикина Исследование процесса 3D-печати для литья по выплавляемым моделям с целью определения ее режимов //Социально-экономические и технические проблемы оборонно-промышленного комплекса: история, реальность, инновации: межвузовский сборник статей по материалам IV Всероссийской научно-практической кон-

ференции / Электрон. дан. – Н. Новгород: Ниже-город. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, 2017. – С. 172-176. EDN: [WCHLPF](#)

2. Сайт производителя пластика <https://rec3d.ru/>, <https://rec3d.ru/wiki/postobrabotka>, <https://rec3d.ru/wiki/materialy>

УДК 004.946

ХАРИТОНОВ Л.С., РАСКАТКИН Я.А.

## **РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Виртуальная реальность (VR, AR) – это современный инструмент, позволяющий создавать уникальные визуальные решения, что особенно актуально в тех сферах, где визуализация является ключевым аспектом для более эффективной работы. Так, VR используют в образовании, промышленности, медицине, и т.д.

VR-симуляторы позволяют не только формально усваивать порядок действий, но и виртуально обрабатывать их в течение всего технологического процесса. В случаях, когда доступ к реальному оборудованию ограничен или его использование опасно, виртуальная среда является безопасной зоной, где можно учиться и тренироваться без риска для здоровья на любом оборудовании. В связи с этим тема является актуальной.

Целью данного проекта является разработка виртуального тренажёра, предназначенного для обучения начинающих специалистов из группы направлений подготовки «Технология машиностроения».

Трёхмерные модели станков были созданы с помощью графического редактора Blender. Для реализации проекта выбрана платформа Unity3D, которая была интегрирована с Leap Motion SDK (Gemini) для обеспечения взаимодействия с виртуальной средой непосредственно с помощью рук (рис. 1). Для создания такого пользовательского опыта необходимо контролировать события разного типа (например, жесты, контакты или захваты) и вызывать соответствующие методы.

Взаимодействие со станками организовано с помощью иерархической машины состояний (FSM). Это модель, которая представляет собой набор состояний и переходов между ними. Иерархическая FSM обеспечивает вложенность состояний, что достигается благодаря механизму наследования. В данном случае суперсостояние подразумевает свободное взаимодействие со станком. При включении режима обучения состояния сменяют друг друга в зависимости от выполнения пользователем поставленных задач.



**Рис. 1. Скриншот работы виртуального тренажёра**

При создании VR-приложений необходимо учитывать также возможность совершения пользователем ошибочных действий. При попадании рук в опасные зоны работающего станка экран подсвечивается красным цветом, а модели рук заменяются на скелетные.

Важным вопросом является также процесс динамической обработки заготовки в виртуальной реальности. Для решения этой задачи нужно использовать логические операции конструктивной блочной геометрии (КГБ, CSG). Так как заранее предугадать место сверления невозможно, возникает необходимость использовать КБГ непосредственно во время работы приложения. Среда Unity не содержит встроенных инструментов CSG, поэтому они были реализованы вручную.

УДК 004.896

ШАКИН Д.А., ФЕДОСОВА Л.О., ЗОЛОТОВ А.В., ГОЛИЧНИКОВ Д.А.

## **АВТОНОМНАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ГОЛОСА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ**

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

В настоящее время быстрыми темпами развиваются технологии альтернативных вариантов человеко-машинных интерфейсов. Одним из самых естественных для человека вариантом взаимодействие является голос. Существуют бытовые голосовые помощники от таких компаний, как Яндекс, Mail.ru, Сбер. Однако решений для управления технологическим оборудованием посредством голоса на рынке - не представлено.

Промышленному решению системы распознавания голоса требуется работать автономно без подключения к сети интернет по двум основным причинам:

- нестабильное интернет-соединение может вызывать перебои в работе системы распознавания голоса и, соответственно, в работе технологического оборудования;
- обеспечение безопасности систем управления технологическим оборудованием от внешнего несанкционированного воздействия.

В связи с этим возникает проблема интеграции существующих голосовых помощников в промышленное оборудование.

Данная разработка позволит уменьшить количество затрачиваемых человеко-часов на настройку и отладку оборудования, что, в свою очередь, позволит поднять экономические показатели производства. Кроме этого, это позволит автоматизировать настройку оборудования, а также автономная интеллектуальная система сможет повысить безопасность на производстве, так как операторы смогут управлять оборудованием, находясь на безопасном расстоянии от него. Проект рассчитан на использование в различных отраслях промышленности и нацелен на увеличение эффективности производственных процессов в целом.

После общения со специалистами было принято решение использовать короб для проверки цветовой сходимости в качестве технологического оборудования для голосового управления. Данное устройство необходимо для проверки качества окраски деталей на производстве.

Система управления технологическим оборудованием состоит из двух уровней:

- верхний уровень представлен микрокомпьютером на операционной системе Linux и необходим для обработки и синтеза голосовых команд;
- нижний уровень представлен микроконтроллером, который осуществляет обмен данными между верхним уровнем и технологическим оборудованием.

Голосовой помощник создан на языке программирования Python. Благодаря тому, что голосовой помощник разработан с использованием свободно распространяемого ПО, а вся аппаратная часть системы может быть собрана на базе отечественных компонентов, разрабатываемая автономная интеллектуальная система распознавания голоса для управления технологическим оборудованием позволяет поддерживать технологический суверенитет.

На данный момент разработан прототип автономной интеллектуальной системы распознавания голоса для управления технологическим оборудованием и пройдена стадия тестирования в лабораторных условиях.

---

Сырямкин В.И., Информационные устройства и системы в робототехнике и мехатронике: учеб. пособие. (Серия: Интеллектуальные технические систем). – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2016. – 524 с.

УДК 004

ЯХОНТОВА Я.В., МИЛОВ В.Р., ЕГОРОВ Ю.С.

## **РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СЕРВИСА ФОРМИРОВАНИЯ РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ ВЫБОРА ЦИФРОВОГО КОНТЕНТА И МЕРОПРИЯТИЙ ПАТРИОТИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА ПРЕДПОЧТЕНИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В связи с проведением специальной военной операции особенно остро встает вопрос патриотического воспитания в России, которое представляет собой систематическую и целенаправленную деятельность по формированию высокого патриотического сознания, чувства верности своему Отечеству, готовности к выполнению гражданского долга и конституционных обязанностей по защите интересов Родины [1].

Патриотическое воспитание включает целый комплекс мероприятий, например, таких как проведение классных часов «Разговоры о важном», введение начальной военной подготовки, волонтерское и поисковое движение, а также проведение специальных акций («Бессмертный полк», виртуальные музеи памяти Великой Отечественной войны и т.п.).

Патриотические акции охватывают различные стороны гражданско-патриотической направленности: Общественный форум «Социум – к гармонии с окружающей средой», Всероссийский патриотический проект «Лес Победы», Образовательно-патриотический проект «Победа», Всероссийская патриотическая акция «От Сталинграда к Великой Победе!», проект «Солдат, поколение знает и помнит Имя твое», и целый ряд других.

В сложившихся условиях, с одной стороны, существует необходимость по укреплению и развитию системы патриотического воспитания, с другой стороны, количество цифрового контента и мероприятий патриотической направленности многократно возросло, и в такой ситуации человеку сделать выбор достаточно сложно.

Принятие взвешенных решений – одна из главных задач, стоящих перед современным человеком. Информационные сервисы решают общие типизированные проблемы, но не учитывают персональные факторы, индивидуальные приоритеты и т.п. Человек вынужден самостоятельно анализировать текущую информацию, находясь при этом в условиях неопределенности, в частности при выборе альтернатив, которые зачастую не учитывают индивиду-

альные особенности и предпочтения, что предопределяет актуальность автоматизации и интеллектуализации формирования персонализированных рекомендаций.

Интеллектуальный сервис на основе нейросетевого анализа предпочтений должен оказывать помощь пользователю при определении оптимального состава посещаемых мероприятий на основе определенных им приоритетов (интересов), с учетом различных внешних условий (география, возрастная категория и т.п.).

Развиваемая концепция предполагает, что пользователь с помощью интеллектуального цифрового помощника сможет посетить максимально возможное количество патриотических мероприятий, а также подобрать цифровой контент, который, в свою очередь, будет иметь для него максимально возможную ценность [2].

Таким образом, в связи с глобальной неопределенностью, вызванной текущей геополитической обстановкой, целесообразной является разработка отечественного продукта, обеспечивающего возможность развития системы патриотического воспитания как на уровне отдельно взятого региона, так и России в целом.

### *Библиографический список*

1. Постановление правительства РФ от 30 декабря 2015 г. № 1493 «О государственной программе «Патриотическое воспитание граждан Российской Федерации».
2. Егоров Ю.С. Подход к принятию концептуальных решений при проектировании инновационных информационных систем // Сборник тезисов XXI Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» (НКП-2023). – М.: МГППУ, 2023. С. 75.

# ФИЛОСОФСКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОЗНАНИЯ

---

УДК. 14. 004.89.316.28

БАРИНОВ Р.О., МИХАЙЛОВА Т.Л.

### ЭВОЛЮЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В КОНТЕКСТЕ СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

За последнее десятилетие системы искусственного интеллекта (ИИ) получили заметное развитие благодаря исследованиям в области глубокого обучения и обучения с подкреплением. В отличие от предыдущих *промышленных революций*, внедрение ИИ в производственную среду – это отступление от традиционной схемы технологических инноваций [1]. Искусственный интеллект способен выполнять множество задач, которые до сих пор были специфически человеческими, с большей эффективностью и меньшими затратами. Не будучи простым инструментом труда, ИИ постепенно заменяет человека в его экономических функциях [2]. Необходимость в применении человеческих ресурсов склоняется в сторону работ, требующих *когнитивных знаний*, которые сложнее имитировать с помощью искусственного интеллекта. Сегодня происходит постепенное, но глубокое изменение структуры рынка квалифицированного труда [3, 4].

Наиболее компетентные работники обладают склонностью к использованию своих аналитических и индуктивных навыков рассуждения. Системы ИИ не способны в полной мере выполнять задачи таких профессионалов, их чувство принятия решения пока невозможно заменить алгоритмом. Однако повсеместное внедрение и стремительное развитие систем ИИ требуют от квалифицированных работников *самосовершенствования в социальных науках*. Будучи освобожденными от рутинных задач, специалисты должны уделять больше внимания «человеческим» аспектам своей работы, требующим социально-эмоциональных навыков.

Следует отметить, что основным ограничением, с которым сталкиваются системы ИИ, остается понимание цели их действий. В настоящее время системы ИИ не могут понять *смысл* выполняемых задач. Несмотря на способности систем ИИ воспроизводить некоторые аспекты социальных навыков человека, *распознавание человеческих эмоций* в реальном времени и способность корректно реагировать на них все еще представляют трудности для систем ИИ [5]. Некоторые человеческие черты, такие как *интуиция* и *эмоциональный интеллект*, в ближайшем будущем не предполагают имитации машиной. ИИ может объяснить точный смысл слов, но он не способен принимать во внимание подтексты и социокультурные факторы, просто потому, что он не живет в «хаосе человеческого мира».

Что касается профессий в целом, то самая большая проблема, которую ИИ может создать в ближайшие десятилетия, связана не с заменой профессиональных ролей так таковых, а с размытием границ между ролями, подрывом *профессиональной идентичности* и профессиональной совокупности знаний. Задача, стоящая перед специалистами в ближайшем будущем, заключается в том, чтобы переосмыслить способы применения появляющихся технологических инструментов, таких как системы искусственного интеллекта, совершенствуя социальные навыки, включая эмоциональный интеллект, и роль таких навыков в дополнении к профессиональной практике.



### *Библиографический список*

1. Haenlein, M., Kaplan, A. A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence // California Management Review – 2019, 61(4), P. 5-14, DOI: 10.1177/0008125619864925
2. Tredinnick, L. Artificial intelligence and professional roles // Business Information Review – 2017, 34(1), P. 37-41, DOI: 10.1177/0266382117692621
3. Zhan Su, Guillaume Togay, Anne-Marie Côté. Artificial intelligence: a destructive and yet creative force in the skilled labour market // Human Resource Development International – 2021, 24(3), P. 341-352, DOI: 10.1080/13678868.2020.1818513
4. Скибицкий, М. М. Информационная эпоха и новая экономика в трудах Мануэля Кастельса // Мир новой экономики. – 2015. – №. 4. – С. 62-68
5. Bruun, Edvard P.G. and Duka, Alban. Artificial Intelligence, Jobs and the Future of Work: Racing with the Machines // Basic Income Studies – 2018, 13(2), DOI: 10.1515/bis-2018-0018

УДК. 140.8. 004.89. 316.28

ГОЛУБЕНКО В.А., МИХАЙЛОВА Т.Л.

### **ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ИСКУССТВО: АКСИОЛОГИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Достижения машинного обучения последних пяти лет в сфере *генеративных моделей* открыли дорогу для создания систем, позволяющих создавать изображения и иллюстрации беспрецедентно высокого качества. Вместе с этим, широкое распространение получили дискуссии на тему потенциальных проблем подобных изобретений и того, как они влияют на сферу искусства в целом.

Важным аспектом дискуссий является автономность подобных моделей и роль художника в процессе создания ИИ-искусства. Несмотря на популярную точку зрения о том, что генеративные модели стоит воспринимать как очередной инструмент в руках перспективного художника, в сознании большого круга людей представление об истинной степени состоятельности и автономности моделей зачастую искажено, как в связи с природой моделей как «черных ящиков», так и со стремлением привлечь внимание к моделям как к продукту. Не менее важным является вопрос авторства и прав на произведения, созданные ИИ. Генеративное искусство, начавшее расцветать в эпоху открытого кода и всемирной паутины, ставит новый прецедент масштаба коллаборативного труда, тем самым усложняя вопросы *авторского права* и идя вразрез с традиционным пониманием «авторства», укорененным в идеях романтизма. В связи с этим, растёт важность точной и всеохватывающей атрибуции вклада больших групп людей в создание конечных произведений.

Наконец, ключевым аспектом недавних дебатов является фундаментальный вопрос художественной природы подобных произведений, а также их влияние на само определение «искусства». В данном вопросе крайне важным является исторический контекст, в частности, искусство XIX-XX вв. на фоне изобретения фотографии. Темы и опасения, поднимаемые вскоре после распространения фотоаппарата, во многом совпадают с современными, инициируя обсуждение проблемы, что понимается под значением термина «искусство», каков его статус и будущее. Итоговым результатом дебатов прошлого стало обособление фотографии в собственную полноценную сферу искусства. В связи с этим, учитывая сравнительную молодость ИИ-искусства, вполне логично ожидать подобное разрешение вопросов в течение следующих десятилетий.

### **Библиографический список**

1. Copeland, B.J., Proudfoot, D. Artificial intelligence: History, foundations, and philosophical issues. // Artificial intelligence. Philosophy of Psychology and Cognitive Science - 2007, P. 429–482. DOI: 10.1016/b978-044451540-7/50032-3
2. Cetinic, E., She, J. Understanding and Creating Art with AI: Review and Outlook. // ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications - 2021, 18, P. 1 - 22. DOI: 10.1145/3475799
3. Hertzmann, A. Can Computers Create Art? Arts -2018, 7(2), P. 18. DOI: 10.3390/arts7020018

УДК 14. 167/168. 004

ЖОЛОБОВ Д. М., МИХАЙЛОВА Т.Л.

### **ЭВРИСТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ МОДЕЛИ И. КАНТА КАК ОСНОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Моделирование эволюции научно-технических дисциплин посредством выделения бифуркационных точек как моментов изменения отдельной науки – это традиционный путь философии науки [1], что апробируется в магистерских курсах. [2]. Но вот логику развития информационных технологий в силу стремительности их развития не всегда удается «схватить». Поэтому прикладная философия, будучи территорией эксперимента, помогает развитию исследовательской интуиции в плане апробации ее достижений, их проекции на изучаемый предмет – технологию принятия решений ИИ. Объяснительный потенциал модели познания И. Канта предстоит рассмотреть в этом материале. В литературе не используют методологию И. Канта как инструмент исследования технологии принятия решений ИИ, за исключением давней работы – «Кант и Искусственный интеллект: модели мира» [3], описывающей связь философской модели и модели обучения экспертных систем, что не тождественно нашему предмету исследования – технологии принятия решений ИИ [3, с. 462]. Экспертные системы и методы ИИ – это разные технологии.

Для того, чтобы обосновать возможности модели И. Канта, надо представить ее, взяв упрощённый вариант структуры познания И. Канта, сопоставив с ней аналогии работы ИИ. Изучая способности субъекта научного познания, он выделяет три составляющие: а) чувственность; б) рассудок; в) разум [4]. Итак, I. *Априорная эстетика* (пространство, время, ощущения). Познание объекта, т.е. «вещи-в-себе» – начинается с его восприятия априорными ощущениями. Субъект как бы «схватывает» объект чувствами, т.е. без применения рассудка. Пространство и время – это априорные формы чувственного созерцания. Любой объект – протяжённый, и субъект воспринимает его в течение времени. Объект может восприниматься другими чувствами: осязанием, обонянием. Это «схватывание» происходит за доли секунды, и практически неуловимо. На данном этапе формируется «силуэт» предмета. Используя современный язык, отметим, что в качестве априорной эстетики у алгоритмов ИИ восприятие *двоичного кода*. Не важно, какой вид информации поступает в качестве объекта познания (изображение, аудио, текст), всё это – в итоге *последовательность двоичного кода*, «схватываемая компьютерами быстрее человека. Процесс неуловим, но процедура «дебагга» помогает наглядно проследить процесс внутри алгоритмов. II. *Рассудок (понятия, категории)*.

После формирования «силуэта» объект осмысливается рассудком, т.е. на основании личного опыта, понимаемого как систему априорных рассудочных категорий. Субъект

сравнивает объект с сущностями категорий, являющихся содержанием сформировавшегося опыта. И как итог схожести объекта с какой-либо категорией – классификация объекта. Такое присвоение объекту категории, понятия – есть вынесение суждения. Алгоритмы аналогично после считывания двоичного кода определяют суть изучаемого объекта, определяемого задачей, поставленной перед алгоритмом; но есть задачи, когда ИИ надо самостоятельно определять категории объектов. III. *Разум* (идеи) – это рассудок, выходящий за горизонт возможного опыта. На этом этапе формируется знание, одновременно выходящее из рамок сформировавшегося опыта, расширяя эти рамки опыта. Рассудок заперт в собственном опыте: все его понятия – из опыта. Разум же осознаёт, познаёт явления, превышающие опыт. На языке технологий, этот этап в алгоритмах ИИ опциональный, зависящий от задачи, поставленной алгоритму. Какие-то алгоритмы заканчиваются после задачи классификации, а другие самостоятельно формируют опыт (анализ среду; генерирование собственных классов).

Знание формируется при работе всей системы познания: рассудок не может созерцать, а чувства не могут мыслить; только их соединение есть знание, система познания которого, по Канту, есть *трансцендентальное единство апперцепции*. Это понятие коррелирует с системой принятия решений ИИ. Важна мысль И. Канта: не разум следует за природой, а *сам разум устроен таким образом, что он предписывает природе законы и познаёт их*. Этот вывод коррелирует с сутью «коперниканского переворота», связанного с постулированием идеи гносеологической активности субъекта, что совпадает с системами ИИ, ибо их проектируют для решения конкретных задач, поиска закономерностей, генерации необходимых объектов. Сделаем вывод: модель принятия решений ИИ и кантовская модель познания коррелятивны, что объясняется тем, что в их основе – *активный субъект познания*. Инструментально-эвристический потенциал философской модели познания Канта позволит преодолеть некоторые проблемы при разработке алгоритмов ИИ, если освоить наследие кенигсбергского мыслителя – кантовскую структуру познания.

#### ***Библиографический список***

1. Михайлова, Т.Л. От модели Т. Куна – к конструированию концептуальной истории науки, или об одном учебном проекте // Революция и эволюция: модели развития в науке, культуре, социуме. Сборник научных статей; под общ. ред. И.Т. Касавина, А.М. Фейгельмана; Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского. Нижний Новгород, 2017. – С. 62-65.
2. Жолобов, Д.М. Модель Т. Куна как инструмент исследования эволюции искусственного интеллекта // Д.М. Жолобов, Т.Л. Михайлова – Будущее технической науки, 2022. – С. 462-463.
3. Брюшинкин, В.Н. Кант и «Искусственный интеллект»: модели мира // Кантовский сборник. – Калининградский государственный университет. 1990. – С. 80-89.
4. Кант, И. Критика чистого разума; пер. Н.О. Лосского. – М.: Наука, 1999. – 655 с.

УДК 001. 167/168

ЗАГЛЯДНОВ А.С.

#### **ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СФЕРЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие научных исследований в сфере промышленной электроники всегда сопровождалось практической задачей улучшения качества преобразователей, уменьшения

масс – габаритных показателей, увеличение энергоэффективности. Научно-технические способы решения задач развивались параллельно с развитием промышленности. С точки зрения моделей научного знания, развитие промышленной электроники коррелирует с методологией научно-исследовательских программ И. Лакатоса [1], представляющую развитие науки как набор исследовательских программ, построенных на одной общей фундаментальной науке. В данном случае, наука рассматривает электрофизические явления в вакууме, газе, твердом теле и на границе сред. Взгляд на фундаментальную науку способен меняться в рамках теории модели парадигм Т. Куна [2], однако промышленная электроника как сфера промышленности не существовала в других парадигмах вследствие того, что существующих фундаментальных основ достаточно для её развития и решения существующих задач.

Первостепенной задачей промышленной электроники изначально являлось преобразование параметров электроэнергии в требуемые для определенной нагрузки. Имея под собой фундаментальную науку, промышленная электроника развивалась в трёх, казалось бы, совершенно разных направлениях: а) выпрямители на основе дугового разряда в парах ртути; б) вакуумная электроника; в) полупроводниковые приборы. Так, в рамках промышленной, полупроводниковой электроники первое значимое событие было в 1874 г. – открытие односторонней проводимости контакта металл-полупроводник. Это открытие – основа современной электроники, однако программа исследований полупроводниковой структур велась отдельно от промышленной электроники до начала 1960-х, поскольку реального практического применения не было. Другой «программой» развития можно считать создание выпрямителей на основе дугового разряда в парах ртути. Датой начала этого направления можно считать 1901 г. – первые выпрямители на основе дугового разряда в парах ртути с холодным катодом. Данные агрегаты нашли широкое применение в промышленности. Запросы промышленных производств электрификация городского и магистрального транспорта позволили развивать многие вопросы в направлении «промышленная электроника». Поднимались вопросы создания высоковольтных установок, например, В.П. Вологдиным (Нижегородская лаборатория) были предложены каскадные схемы выпрямительных агрегатов для радиостанций. Формировались и вопросы качества потребляемой электроэнергии, а также основы управления. Третья «программа» развития промышленной электроники – это вакуумная электроника. В рамках этой программы не было реализовано «силовых» источников преобразования энергии, однако были созданы такие важные узлы как: катодное реле, мультивибратор; была изобретена схема, без которой трудно представить компьютерную цивилизацию, – триггер.

Как итог развития трех программ, в начале 1960-х, были разработаны первые силовые полупроводниковые преобразователи, для которых множество вопросов было решено в «программе» – ртутные выпрямители, и в тоже время было бурное развитие интегральной светотехники на базе уже существующих и отлаженных схем, построенных в «программе» – вакуумная электроника. Отметим в качестве итога: развитие и принципы построения ртутных силовых выпрямительных установок, вакуумной электроники, а также развитие полупроводниковых устройств дало возможность развивать *схемотехнические решения* параллельно, что привело к быстрому развитию всей современной промышленной электроники. Современная промышленная электроника по-прежнему стремится к увеличению энергетических и уменьшению масса – габаритных показателей [3], причем, попытка выделения ее «программ развития» как некоторых последовательных этапов эволюции – только подтверждает наш вывод.

### ***Библиографический список***

1. Лакатос, И. Избранные произведения по философии и методологии науки / Пер. с англ. И.Н. Веселовского, А.Л. Никифорова, В.Н. Поруса. – М.: Академический Проект; Трикста, 2008. – 475 с.

2. Кун, Т. Структура научных революций; пер. с англ. И.З. Налетова. – М.: Прогресс, 1977 – 300 с.

3. Гладышев, О.М. Особенности топологии инверторных преобразователей NEON™ и способов их управления / О.М. Гладышев, Е.И. Медведев, И.М. Трофимов, В.И. Гребенщиков, А.С. Загляднов // Интеллектуальная Электротехника. 2022. № 1. – С. 61-76.

УДК 167/168. 316.286. 001.18

ИВАНОВ В.П.

## **УРОКИ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КАТАСТРОФЫ В КОНТЕКСТЕ ФОРМИРОВАНИЯ «КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

26 апреля 1986 года на Чернобыльской атомной электростанции произошла крупная авария, за которой последовал длительный выброс в атмосферу большого количества радиоактивных веществ. Авария обернулась серьезными радиационными, медицинскими социально-экономическими и социокультурными последствиями для населения России, Украины и Беларуси. Хотя радиационное воздействие аварии на другие страны было в целом слабым, даже незначительным за пределами Европы, но это событие привело к тому, что общественность во всем мире стала острее осознавать угрозу, связанную с использованием ядерной энергии [1]. Это одна из причин, объясняющих усиление внимания и работы при проведении *исследований по вопросам безопасности ядерных реакторов*, а также в области обеспечения готовности к чрезвычайным ситуациям.

Отсутствие координации и осведомленности, явившееся результатом недостаточного уровня *«культуры безопасности»* среди сотрудников станции, неготовность государственных органов к аварии и ликвидации ее последствий – вот основные причины такой *масштабности катастрофы*. Применявшиеся методы решения вопросов, связанных с аварией, и отсутствие информации вызвали у людей *чувство недоверия* к государственным институтам и *страх перед атомной энергетикой в целом*. Поэтому в оценке последствий данной трагедии значителен *социально-психологический* фактор, оказывающий в настоящее время все более значимое влияние на *постчернобыльскую ситуацию* [2]. Сегодня, спустя годы после аварии, можно сказать, что опыт борьбы с последствиями катастрофы в Чернобыле позволил усовершенствовать *систему радиационной защиты*, обеспечив готовность к чрезвычайным ситуациям. Производство электроэнергии атомными станциями продолжает расти. Общество, в большинстве своем, осознаннее реагирует на развитие атомной промышленности, но потребовались десятилетия, чтобы *восстановить престиж* отрасли в глазах общественности после того, как люди увидели недееспособность государства в подобных чрезвычайных ситуациях в первые годы после аварии.

Какие же уроки «Чернобыля» необходимо учитывать сегодня?

1. Научно-технический прогресс, способствуя появлению сложнейшей техники и технологий, требует высококвалифицированного подхода с точки зрения их безопасности и надежности. Вопрос *оптимизации отношений «человек-машина»* актуален в условиях появления и эволюции современных технологий [3]. 2. С целью минимизации социально-психологической напряженности в обществе необходимо проводить грамотную *информационную политику* с начала возникновения события. 3. Важно развивать *национальное самосознание*: без осмысления и анализа прошлого, без знания, сохранения и возрождения своего исторического наследия невозможно строить осознанное будущее [4].

Сегодня уроки Чернобыля значимы в условиях постоянного роста высоких технологий. Без учета негативных уроков внедрение, совершенствование, расширение современных

технологий может привести к новым испытаниям и вызовам, что инициирует артикуляцию проблем формирования «культуры безопасности».

### *Библиографический список*

1. Чернобыль десять лет спустя, радиоактивное воздействие и последствия для здоровья населения / Оценочный доклад Комитета по радиационной защите и здравоохранению Агентства по ядерной энергии (ноябрь 1995). Париж, ОЭСР 1996. – 128 с.
2. «Чернобыль в трех измерениях». Обновленная версия образовательной мультимедиа программы, разработанной в рамках проекта ТАСИС ENVREG 9602 «Решение вопросов реабилитации и вторичных медицинских последствий Чернобыльской катастрофы» // ИБРАЭ РАН, 2001–2006. – European Commission. 2001. [электронный ресурс] // Режим доступа. – URL: <http://www.ibrae.ac.ru/russian/chernobyl-3d/society/index.html>
3. Черничко, Б.И. Уроки и выводы из аварии на Чернобыльской АЭС // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. – 2012. – С. 532-541
4. Борисевич, Н.Я. Социокультурные и социально-психологические аспекты чернобыльской катастрофы: извлеченные уроки // Социологический альманах. – 2018. – С. 161-168.

УДК 004.167.168

ИВАНОВ С.В.

## **СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В ХОДЕ РАЗВИТИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В области науки и техники термин «искусственный интеллект» играет заметную роль, и его недавние достижения сделали ИИ более популярным для концепций искусственного интеллекта и машинного обучения. Роль искусственного интеллекта позволила машинам учиться на собственном опыте, чтобы более эффективно выполнять поставленные задачи.

Нейронная сеть — это одно из ее достижений, вдохновленное структурой человеческого мозга, которая помогает компьютерам и машинам больше походить на человека. Нейронная сеть — это либо системное программное обеспечение, либо аппаратное обеспечение, которое работает аналогично задачам, выполняемым нейронами человеческого мозга. Нейронные сети включают в себя различные технологии, такие как глубокое обучение и машинное обучение как часть искусственного интеллекта (ИИ) [1].

История развития нейронных сетей началась в 1940-х годах, когда были созданы первые искусственные нейронные сети. Однако настоящий прорыв в этой области произошел в 1980-х годах, когда появились новые методы обучения и более мощные компьютеры.

С развитием нейронных сетей возникает ряд социокультурных проблем и одна из главных – это проблема безопасности. Чем могущественней становится технология, тем вероятней ее использование в низких целях. Это применимо как к роботам, призванным заменить солдат-людей, или автономному оружию, так и к ИИ-системам, которые могут навредить, если использовать их злонамеренно [2].

Еще одна проблема – это проблема замены человека машинами. С развитием нейронных сетей все больше и больше задач, которые раньше выполняли люди, могут быть автоматизированы. Это может привести к увольнениям и потере рабочих мест.

Можно упомянуть проблему гуманности. Боты на основе искусственного интеллекта становятся все лучше в моделировании человеческого разговора и отношений. Многие не

знают этого, мы уже стали жертвами того, как машины могут заставлять работать центр вознаграждения в человеческом мозге. Кликбейт-заголовки часто оптимизируются с помощью А/В-тестирования, рудиментарной формы алгоритмической оптимизации, используемой, чтобы контент цеплял наше внимание. Этот и другие методы используют, чтобы делать многие видео и мобильные игры способными вызывать привыкание. Технологическая зависимость – новая грань человеческой зависимости [3].

С развитием ИИ-систем появляется и проблема прав роботов. Сейчас такие системы довольно поверхностны, но они становятся все более сложными. Более того, так называемые генетические алгоритмы работают, создавая множество экземпляров системы одновременно. Из них «выживают» только наиболее успешные, чтобы объединиться и сформировать новое поколение экземпляров. Безуспешные экземпляры удаляются. В какой момент мы можем рассматривать генетические алгоритмы как форму массового убийства? Как только мы начнем рассматривать машины, как сущности, которые могут воспринимать, чувствовать и действовать, нам нужно будет задуматься над изменением их юридического статуса [4].

Также существует проблема недостатка этики в разработке нейронных сетей. Некоторые исследователи используют данные, полученные от пользователей, без их согласия или даже знания. Это может привести к нарушению прав человека на конфиденциальность.

Таким образом, искусственный интеллект поднимает ряд важных социокультурных проблем. Эти проблемы связаны с природой сознания, свободы действий, свободной воли, выравнивания ценностей и предвзятости. Решение этих проблем имеет важное значение для обеспечения того, чтобы технологии искусственного интеллекта разрабатывались и внедрялись таким образом, чтобы это приносило пользу обществу.

### *Библиографический список*

1. Катиева, Л. М. Нейронные сети и искусственный интеллект / Л. М. Катиева. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2021. — № 5 (347). — С. 7-9.
2. Шалютин, И.С. Искусственный интеллект: Гносеологический аспект / И.С. Шалютин. – М.: Мысль, 1985.
3. Тьюринг, А. Может ли машина мыслить? (С приложением статьи Дж. фон Неймана "Общая и логическая теория автоматов" / А. Тьюринг; пер. и примечания Ю.В. Данилова. – М.: ГИФМЛ, 1960.
4. Азимов, А. Я, робот. Все о роботах и робототехнике. Серия "Золотой фонд мировой фантастики" / А. Азимов. – М.:Эксмо, 2005.

УДК 004.167/168. 316.28.001.18

ИВАНОВ С.В., МИХАЙЛОВА Т.Л.

## **СОЦИОКУЛЬТУРНЫЙ КОНТЕКСТ ЭВОЛЮЦИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Возможности обучения нейронных сетей на основе искусственного интеллекта и машинного обучения актуализируют рефлексивное осмысление современных технологий. Нейронная сеть – это как системное программное обеспечение, так и аппаратное обеспечение, работающее аналогично задачам, выполняемым нейронами человеческого мозга. Нейронные сети включают в себя различные технологии: глубокое обучение и машинное обучение как часть искусственного интеллекта (ИИ) [1]. История развития нейронных сетей началась в 1940-х гг., когда были созданы первые искусственные

нейронные сети. Однако, настоящий прорыв в этой области произошел в 1980-х годах с появлением новых методов обучения и более мощных компьютеров. Цель тезисов – погружение в *социокультурный контекст* эволюции нейронных сетей, ибо именно он – объективная необходимость осмысления.

Одна из главных проблем – это *проблема безопасности*. Чем могущественней становится технология, тем вероятнее ее использование не по прямому практическому назначению, например, возможность применения ее как к роботам, заменяющих солдат-людей, так и к ИИ-системам, которые могут навредить, если использовать их злонамеренно [2]. Потенциально близкой является *проблема замены человека машинами*. С развитием нейронных сетей растут задачи, ранее выполняемые людьми, поддающимися автоматизации, что приведет к увольнениям и потере рабочих мест.

*Проблема гуманности* как маркер того, насколько мы остаемся людьми, отдаляясь от идеала человека как вершины эволюции. Боты на основе ИИ становятся все успешнее в моделировании человеческого разговора и отношений. Кликбейт-заголовки часто оптимизируются с помощью А/В-тестирования – рудиментарной формы алгоритмической оптимизации, используемой ради улучшения контента, привлекающего наше внимание. Такие методы используют при изготовлении видео, мобильных игр, способных вызывать привыкание. *Технологическая зависимость – новая грань человеческой зависимости* [3]. С развитием ИИ-систем появляется и проблема *прав роботов*. Пока такие системы довольно поверхностны, но они становятся все более сложными. Так называемые генетические алгоритмы работают, создавая экземпляры системы одновременно, из которых «выживают» наиболее успешные, формируя новое поколение экземпляров. В определенный момент генетические алгоритмы могут трактоваться, возможно, как форма массового убийства. При рассмотрении машин, как воспринимающих, чувствующих, действующих – возникает проблема артикуляции возможности изменения их юридического статуса [4]. Все эти проблемы инициируют необходимость *техноэтики*, потребность в которой возрастает по мере разработки нейронных сетей. К этической составляющей относится и *проблема конфиденциальности* как следствие использования исследователями данных, полученных от пользователей, без их согласия или даже знания.

Сам факт эволюции искусственного интеллекта актуализирует важные *социокультурные проблемы*, требующие артикуляции по мере их поступления. Но ловушка состоит в том, что многие из этих проблем, будучи связанными с проблемой определения природы сознания, свободы действий и свободной воли, сравнительного анализа ценностей и предвзятости – оказываются в логике «решаемости – нерешаемости». Это незавидная судьба всех философско-методологических проблем: их решаемость- нерешаемость. Эта данность вечных проблем-границ – это данность естественных границ продвижения по *пути обеспечения условий* для разработок технологии искусственного интеллекта. Так что естественный вывод сводится к тому, что исследование «ничейной» территории, территории философии науки и технологий – становится потребностью для современных инженеров-исследователей, центр деятельности которых – нейронные сети как закономерное развитие ИИ. Прогресс неизбежен: его победное шествие становится предметом философской рефлексии.

### ***Библиографический список***

1. Катиева, Л. М. Нейронные сети и искусственный интеллект [Текст] // Молодой ученый. – 2021. – № 5 (347). – С. 7-9.
2. Шалютин, И.С. Искусственный интеллект: Гносеологический аспект. – М.: Мысль, 1985.
3. Тьюринг, А. Может ли машина мыслить? (с приложением статьи Дж. фон Неймана «Общая и логическая теория автоматов» / А. Тьюринг; пер. и примечания Ю.В. Данилова. – М.: ГИФМЛ, 1960.



4. Азимов, А. Я, робот. Все о роботах и робототехнике. Серия «Золотой фонд мировой фантастики» / А. Азимов. – М.: Эксмо, 2005.

УДК 14. 001.1.8.167/168

КЛОЧКОВА Н.С., МИХАЙЛОВА Т.Л

## **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК РЕЗУЛЬТАТ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО СИНТЕЗА ЗНАНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКИ)**

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексева

В условиях междисциплинарности и трансдисциплинарности формируется новая парадигма: наука объективно выступает в качестве источника не столько новых, проверенных и обоснованных знаний, сколько *новых технологий* [1]. В литературе по философии науки эта специфика трактуется как возникновение качественно нового явления – *технонауки* [2]. В научной практике используются разные определения термина «технонаука». Так, по мнению В. Г. Горохова, технонаука – это не техническая наука, а *новая форма организации науки*, интегрирующая многие аспекты как естествознания, техники, так и гуманитарного познания [3]. Более широко трактует феномен технонауки Б.Г. Юдин, по мнению которого «технонаука имеет дело, прежде всего, не с объектами как таковыми, а с обширными контурами, включающими, кроме этих объектов, совместную, *согласованную деятельность* разных людей и социальных структур» [4]. Характерная черта технонауки – неразрывное переплетение исследовательской деятельности с практикой использования инновационных технологий [2].

Электродуговая наплавка – одно из направлений технонауки. При рассмотрении истории электродуговой наплавки выделяют две линии *предыстории* возникновения этого метода: а) металлургия и теория электричества; простейшие приёмы сварки были известны в VIII-VII тыс. до н. э. [5]; б) толчок к появлению принципиально новых способов соединения металлов – открытие в 1802 дугового разряда В.В. Петровым [6]. Впоследствии технология развивалась, она есть и сегодня. Учитывая междисциплинарность этой технологии, можно предположить, что задачи и подходы, существующие в электродуговой наплавке, отсылают исследователя к проблемам неклассической и постнеклассической науки.

Точка, связывающая электродуговую наплавку с классической наукой, – математическое моделирование основных физических процессов. Связь с неклассической наукой заключается в уже упомянутой междисциплинарности описываемой технологии. В этой области трудно разделить дисциплины, в совокупности обусловившие новую науку как технологию – электродуговую наплавку, представляющую нечто более сложное, чем просто «формальная сумма» составляющих ее дисциплин: а) процессы горения электрической дуги (сила тока, напряжение); б) металлургические процессы в наплавляемом материале (физико-химия металлургических процессов, теория диффузионных процессов). В рамках новой парадигмы междисциплинарности новые задачи и разработка алгоритмов их решения – в обеих, до этого раздельных дисциплинах, являются общей.

В этой технологии наблюдается и постнеклассический характер. И. Пригожин ввел понятие диссипативных структур, то есть систем, находящихся в неустойчивом необратимом состоянии [8]. В этих условиях проведение эксперимента сводится к определению факторов, влияющих на хаотичность системы. На примере электродуговой наплавки смысл сводится к определению *устойчивого состояния системы* «источник энергии – электрическая дуга – материал», определяющей процессы плавления, тепломассопереноса и кристаллизации металла. Управление устойчивостью процесса открывает возможность создания функционально-градиентных материалов с заданными свойствами, структурой и составом. Такой подход приводит к появлению *новых иерархически организованных систем*, что выводит исследователя на *феномен сложности как эпистемологическую проблему*.

Таким образом, при рассмотрении истории электродуговой наплавки присутствуют элементы трех этапов знания: классического, неклассического и постнеклассического. В результате синтеза трех этапов граница между прикладными и фундаментальными исследованиями становится прозрачной: на первый план выходит *практический характер* решения задач. Главный эпицентр производства знания – уже не академические лаборатории, а исследовательские и опытно-конструкторские подразделения. Такая «перефокусировка» ведет к тому, что развитие науки все теснее сопряжено с экономическими интересами [2], вследствие чего влияние технауки на жизнь людей становится наиболее заметным.

### **Библиографический список**

1. Моисеева, А.П. Феномен технауки / А.П. Моисеева, Е.А. Баканова // Вестник науки Сибири. – 2017. – №2. – С.56-58.
2. Андреев, А.Л. Технаука // Философия науки. 2011, №16 – С. .200-2018.
3. Горохов, В.Г. Технаука – новый этап в развитии современной науки и техники // Высшее образование в России. – 2014. – № 11. – С. 37–47.
4. Юдин, Б.Г. Технаука, человек, общество: актуальность гуманитарной экспертизы // Век глобализации. – 2008. – № 2. – С. 146–154.
5. Кем, А. Ю. Порошковая металлургия и постнеклассическая наука / А.Ю Кем, Л.А. Жадько // Вестник ДГТУ. – 2009. Т9. – №1 – С.146-161.
6. Глизманенко, Д. Л. Газовая сварка и резка металлов / Д.Л. Глизманенко Г.Б. Евсеев; 2-е изд. – М., 1961. – 465 с.
7. Латур, Б. Наука в действии: следуя за учеными и инженерами внутри общества; пер. с англ. К. Федоровой. – СПб.: Изд-во Европейского университета в Санкт-Петербурге, 2013. – С.
8. Пригожин, И. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени / И. Пригожин, И. Стенгерс. – Москва: ПРОГРЕСС, 1994. – 240 с.

УДК 81.255

КРЫЛОВА Е.А., КРЫЛОВА А.В.

### **АНАЛИЗ ТИПИЧНЫХ ОШИБОК ПРИ ПЕРЕВОДЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ С РУССКОГО НА АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК**

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского  
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

*Цель работы* – обобщение практики редактуры переводов на английский язык аннотаций статей технической направленности, предоставляемых русскоговорящими исследователями в научные журналы. Сравнительный анализ авторских и профессиональных переводов (выполненных в лингвистических агентствах) позволил выявить следующие проблемы в исходных текстах.

*«Нулевые»:* не ошибки, а, скорее, варианты написания. Например, перевод словосочетания «толщина границ»: «border thickness» и «thickness of borders».

*Стилистические:* использование оборотов и отдельных слов, несоответствующих научному стилю; применение разных вариантов языка в метаданных и тексте статьи (британского и американского), что нарушает единообразие (например, «optimization» (амер.) и «optimisation» (брит.)).

*Лексические:*

- неправильный выбор слов (например, при переводе словосочетания «функция обнаружения границ» («border detection functions») верно использовать именно слово «border», а не «edge», так как последнее имеет значение «край»);
- употребление неверных терминов (например, профессиональный переводчик предпочёл термин «cone friction transmission» авторскому «bevel drive»);
- буквализмы (например, «о тенденциях...» переведено «about tendencies...» вместо «trends...»).

*Грамматические:*

- ошибки при использовании предлогов;
- отсутствие части словосочетания, несущего определенную смысловую нагрузку;
- ошибочное использование (или неиспользование) герундия;
- нарушения порядка слов в предложении (использование грамматических конструкций русского языка, не соответствующих правилам английского языка);
- неверное употребление артиклей (например, перед абстрактными существительными, такими как «method»).

*Результаты* классификации выявляют темы, на которые необходимо сделать акцент при выборе программы курсов повышения языковой квалификации.

*Предложения* по минимизации ошибок при переводе научно-технических текстов:

- публикация языковыми кафедрами вузов тезаурусов и методических рекомендаций по осуществлению перевода с примерами верных и неверных случаев;
- самостоятельное изучение англоязычной терминосистемы своей научной специальности, прохождение практических курсов по техническому переводу (например, «pttc»);
- использование специализированных компьютерных программ для перевода (типа PROMT Expert), электронных словарей (ABBYY Lingvo, PONS, Multitran), платформ (SmartCAT);
- обращение к компаниям–переводчикам, специализирующимся на технических текстах.

Повышение качества перевода будет способствовать облегчению принятия к публикации результатов трудов российских исследователей в высокорейтинговые журналы, входящие в международные базы цитирования, способствуя интеграции мирового интеллектуального достояния.

УДК 14. 001.18.167/168. 316.286

КОСТЫРЯ А.И., МИХАЙЛОВА Т.Л.

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА ИНЖЕНЕРА В СФЕРЕ АТОМНОЙ  
ЭНЕРГЕТИКИ КАК «ОТВЕТ НА ВЫЗОВ ОБЩЕСТВА РИСКА»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Мы живем в обществе риска, ставшего фактором социального развития, и как следствие этого – изменения не только в сферах экономики, политики, но и в образовании, науке, где необходимы новые методы обучения и исследования, учитывающие *управление рисками*, степень риска от внедрения технологий. *Общество риска* – термин У. Бека, предложенный в 1986 г. для характеристики современных обществ, в которых возрастает коэффициента риска при производстве материальных и социальных благ [1]. К системе глобальных рисков относят: экологические, экономические, социальные, технологические,

информационные, угрозы национальной, международной безопасности, экзистенциальные риски [2]. Людей волнуют проблемы мирового масштаба со снижением уверенности в будущем. Появляются движения: эко-активисты, «захвати уолл-стрит», протесты в Иране, *движение против атомной энергии*.

*Цель тезиса – артикуляция ответа атомной энергетики на «вызов» «общества риска».*

Для одних – страх, а для других – возможность будущего. Типичное отношение к сфере атомной энергетики. Если рассматривать риск изменения климата вследствие выброса углекислого газа в атмосферу, возникновения парниковых газов, то ядерная энергетика – едва ли не единственный вариант энергетики с практически нулевыми выбросами на жизненном цикле атомной станции. Добавим выработку электроэнергии без перебоев, равномерный суточный график, невозможный при «чистых» солнечной и ветряной энергетиках. Но споры о целесообразности атомной энергетики, волнения общественности и как итог – полный отказ от использования энергии деления атомов в ряде стран – все это величина постоянная. Проблемы, сомнения – требуют решения не только на технологическом уровне, но и на уровне *мышления, культуры внутри ядерного сообщества*, инженеров атомных станций. Ответственность за жизнь поколений, как и развитие технологии – это то, что объективно нуждается в *артикуляции*.

Авария на ЧАЭС – фактор перехода общества модерна в *стадию неопределенности, страхов и рисков*, т.е. *стадию общества риска*. Главная причина чернобыльской катастрофы – человеческий фактор работников смены. Именно тогда МАГАТЭ ввело понятие – *культура безопасности* как свод правил, которым в идеале следует каждый работник АЭС. Со временем это понятие дополнялось: сегодня оно репрезентирует часть методологической культуры, присущей каждому работнику отрасли. *Методологическая культура инженера* включает *«особый склад мышления, основанный на знании методологических норм и умений их применять в процессе решения проблемных инженерных задач»* [3, с. 85]. Понятие *«культура безопасности»* включает в себя не только правила подготовки работников и определенный регламент по управлению АЭС, но и стала трактоваться как *организационная и психологическая культура человека* [4]. Культура, ставящая безопасность во главу, определяет необходимые *знания и умения для минимизации рисков* возникновения нештатной ситуации. Именно это понятие включило в себя *ответственность* использования атомных технологий перед человечеством и окружающей среды, то есть затронуло социокультурные аспекты и биосферу. Оно укрепилась в деятельности атомщиков: вероятность аварий на ядерных объектах снижена до нуля, в том числе благодаря возросшему *профессионализму инженеров*, поэтому атомная энергетика способна обеспечить *техносферную безопасность* в долгосрочной перспективе.

Госкорпорация «Росатом» – это внедрение *культуры безопасности* на предприятиях посредством дополнительного обучения работников и регулярной проверки знаний, что позволяет России занимать лидирующие позиции по вопросам развития ядерной энергетики в мире, обладая крупным портфелем заказов на постройку АЭС за рубежом. *Методологическая культура*, внедряемая «Росатомом» – это повышение доверия к использованию ядерных технологий при снижении страхов по поводу безопасности. *Культура безопасности* позволяет снизить риск техногенных катастроф как наиболее острых проблем атомной энергетики, но она безжизненна при решении другой – обращении с радиоактивными отходами. Эта проблема не решена, представляя геополитическую и экологическую проблемы; ее решение имеет два направления: *инженерное* и *инженерно-методологическое*. *Первое* – замкнутый топливный цикл – *инженерный вариант*, суть которого – развитие технологий – до точки решения проблемы. У России есть шансы сделать

это, что элиминирует экологический риск через захоронение радиоактивных отходов, укрепив *концепцию устойчивого развития* ядерной энергетики. Второе – переосмысление реакторостроения – *инженерно-методологический*. По мнению инженеров-методологов, это связано с созданием поколения реакторов, обладающих *естественной безопасностью*, что требует новой стратегии подготовки инженеров-атомщиков на этапе обучения в вузе. *Методологическая культура* будет выстраиваться вокруг не только атомных технологий, обращения с ними, но и рассматривать атомные процессы в биосфере и техносфере в целом, т.е. *тотальное-инженерное-фундаментальное-технологическое знание*.

*Фундаментально-технологическая* направленность инженерного образования выстроит стратегию перехода технического университета в Университет единой культуры, исследующий во взаимосвязи естественный и искусственный миры, готовящий специалистов, способных создавать искусственный мир, гармонически взаимодействующий с природой, человеком, обществом [5]. Можно сделать вывод, что *методологическая культура инженеров-атомщиков* позволила вернуть *веру* в ядерную энергетику, закрыв потребность в безопасной и стабильной электроэнергии. Главная проблема остается нерешенной: потребуются изменения в методологии подготовки «ядерщиков» для соблюдения *концепции устойчивого развития*.

#### **Библиографический список**

1. Кукарников, Д.Г. Постидеология и общество риска: системный анализ концептов / Д.Г. Кукарников, Н.А. Гаршин // Вестник ВГУ. Серия: Философия. – 2019. – № 2 (32). – с. 24-32.
2. Герасимова, И.А. Инженерное знание в техногенной цивилизации // Эпистемология и философия науки. – 2018. – Том 55. – № 2. – с. 6-17.
3. Гурье, Л.И. Проектирование методологической культуры инженера в технологическом университете /Л.И. Гурье, Н.С. Сагитова и др.; под ред. Л.И. Гурье. – Казань: Изд. с Казанского государственного технологического университета, 2006. 324 с.
4. Руденко, В.А. К истории понятия «Культура безопасности» // Глобальная ядерная безопасность. – 2014. – № 3 (12). – с. 100-104
5. Московченко, А.Д. Философия (методология) науки и инженерного образования (на основе биоавтотрофокосмизма). – Томск: Томский гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2013. – 158 с.

УДК. 004.89.167/168

КУЗНЕЦОВ Г.Д., МИХАЙЛОВА Т.Л.

#### **БИНАРНАЯ ОППОЗИЦИЯ «ПРОСТОТА/СЛОЖНОСТЬ» КАК ОСНОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексева

В настоящее время нейронные сети представляют собой одну из самых актуальных и быстроразвивающихся областей компьютерных наук и искусственного интеллекта. Нейронные сети могут имитировать функции человеческого мозга и эффективно решать

различные задачи, такие как распознавание образов, классификация данных, прогнозирование и др. Однако разработка нейронных сетей и их применение в реальной жизни также связаны с множеством сложностей и вызовов, которые необходимо учитывать при проектировании и использовании таких систем.

С появлением большого количества данных, возможности компьютеров и развития методов машинного обучения, нейронные сети стали все более распространенным и мощным инструментом для решения различных задач. Они успешно применяются в таких областях, как компьютерное зрение, робототехника, медицина, финансы и другие [1].

Сегодня нейронные сети используются для автоматического перевода, голосового управления, классификации текстов, распознавания речи, построения прогнозов и многих других задач. Они позволяют автоматизировать и ускорить многие процессы, сокращая время и затраты на различные виды работ.

Важно учитывать этические и социальные аспекты использования нейронных сетей. Например, нейронные сети могут приводить к увольнениям работников в тех сферах, где они применяются, так как они могут выполнять работу быстрее и эффективнее. Это может привести к социальной нестабильности, ухудшению экономической ситуации в результате роста безработицы [2]. Также необходимо учитывать проблему конфиденциальности данных. Нейронные сети могут использоваться для обработки больших объемов конфиденциальной информации, например, медицинских записей или банковских данных. Это может привести к нарушению конфиденциальности и утечке данных, что является серьезной проблемой для людей и организаций [3].

В развитии нейронных сетей всегда возникают сложности и препятствия, в частности нерешаемые задачи, ограничения технических возможностей и страх перед неизвестным. Однако благодаря тому, что люди постоянно находятся в поиске новых идей и вариантов, возможно преодоление этих препятствий и продолжение развития. Важно понимать, что развитие ИИ связано не только с техническими аспектами, но и с социальными и философскими вопросами, включая этику и ответственность за последствия использования ИИ, что обуславливает привлечение качественно иного массива методологического знания.

Так как изучение технологии нейронных сетей предполагает использование не только технического и математического инструментария, но и вследствие имманентной включенности в исследование социально-философских, экономических, психологических аспектов – это расширение методологической базы становится нормативным требованием. Поэтому принцип бинарных оппозиций как универсальный методологический принцип позволяет дифференцированно подходить к запредельной сложности [4], проецируя его на технологию нейронных сетей как объект исследования, переформатируя его в зависимости от поставленных задач.

### ***Библиографический список***

1. Zeng, X., & Chen, X. (2021). A survey of neural networks: Concepts, architectures, applications, and challenges. *Journal of Parallel and Distributed Computing*.
2. Calvo, R. A., & Peters, D. (2013). Understanding the ethics of artificial intelligence. In *Proceedings of the 2013 conference on computer supported cooperative work companion*.
3. Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). *Machine learning: Trends, perspectives, and prospects*. Science.

4. Михайлова, Т.Л. Бинарные оппозиции системного конструкта. Диссертация на соискание ученой степени кандидата философских наук /Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского. – Нижний Новгород, 2008. – 208 с.

УДК 81-13

КУКЛИНА А.С., КОЛЕСНИЧЕНКО Д.А.

**ПРОБЛЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЛИНГВИСТИКИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ  
АЛГОРИТМОВ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО ПЕРЕВОДА  
ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского  
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Когнитивная деятельность человека на современном этапе стремительного развития информационных систем и технологий особо нуждается в быстром и правильном переводе специализированных терминов технических систем [1]. Основные направления работы лингвиста в области IT-технологий – формирование программ автоматизированного перевода, создание алгоритмов распознавания речи, выполнение платформ-обработчиков текстовых материалов. От того, насколько точно и правильно будет осуществлена работа созданного программного продукта, часто зависит скорость выполнения проекта в сфере информационных и технических систем.

Предложенное исследование посвящено созданию программного продукта быстрого поиска элементов перевода необходимого технического термина [2], его альтернативных вариантов и визуализированных объектов. Все эти мероприятия крайне необходимы для организации мышления переводчика в процессе работы над текстом, так как даже специалист в какой-то определенной сфере не всегда понимает о чем идет речь не просто на иностранном языке (например английском или испанском), но определенно не знает назначение технического аппарата и на родном (русском) языке. Как лингвисту-переводчику сказать что такое "аутентификация безопасности в домене компьютерной сети по протоколу Цербер"?

Предложено построение платформы, которая в реальном времени быстро позволяла бы находить альтернативные решения при переводе специализированных технических текстов. Причем предполагается также и визуализированное сопровождение перевода, то есть, при вводе поискового запроса будут предложены не просто варианты словесного перевода, но и графическое представление объекта технического термина. Причем возможны воспроизведения видео и аудио информации с указанием ссылок на интернет источники.

Нейросети и алгоритмы при подборе корректных сведений будут анализировать достоверные источники информационных ресурсов, анализировать уровень грамотности предложенных вариантов, и только после построенного алгоритма отбора данных предлагать перевод термина и его визуализированный прообраз. В таком случае хорошо будет работать и межотраслевая коммуникация в совокупности с внимательностью, усидчивостью и хорошей памятью лингвиста.

***Библиографический список***

1. Куклина, А.С. Современные информационные технологии в развитии когнитивного восприятия культурного наследия мировой духовной формации / А.С. Куклина, И.В. Щербакова // В сборнике: Цифровая трансформация государственного и муниципального управления, сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова». Чебоксары, 2021. С. 110-112

2. Куклина, А.С. Информатизация и компьютеризация образования при подготовке инженеров строительных и дорожных машин / А.С. Куклина, И.Г. Куклина // В сборнике: НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИННОВАЦИИ. Сборник статей X Международной научно-практической конференции. Саратов, 2021. С. 179-183

УДК 1.001.8.167/168

ПИЛЬКЕВИЧ А.В., МИХАЙЛОВА Т.Л.

## **ИСТОРИЯ РАДИОЛОКАЦИИ КАК НЕКЛАССИЧЕСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИСЦИПЛИНЫ: ОБЩИЙ ОБЗОР ОСОБЕННОСТЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

История радиолокации как научно-технической дисциплины тесно связана с эволюцией радиоэлектронных артефактов – радары, датчики, антенны, радиометры. Изучение этих технических артефактов – ключ к истории дисциплины. Первые эксперименты в области радиолокации были проведены в начале XX века, когда были разработаны радиолокационные устройства для обнаружения объектов на больших расстояниях. В ходе Второй мировой войны радиолокация стала важным инструментом в борьбе с вражескими налётами и подводными лодками, что привело к её дальнейшему развитию и усовершенствованию [1]. После войны радиолокация нашла применение в гражданской сфере, в частности в авиации, мониторинге погодных условий. В настоящее время радиолокация продолжает развиваться, находя широкое применение в различных областях, включая востребованные сегодня беспилотные летательные аппараты, метеорологию, космические исследования [2].

Изучение истории данной научно-технической дисциплины позволит выявить детерминанты развития радиолокации, под которыми понимаются различные факторы как внутреннего (интерналистского), так и внешнего (экстерналистского) порядка: научные, технические, экономические, социальные. Так, под научно-техническими, или внутренними, факторами понимаются: а) развитие теории электромагнитных волн, б) разработка твердотельных устройств, в) переход от аналоговой к цифровой обработке сигналов, г) использование методов машинного обучения и искусственного интеллекта. Экономические и социальные факторы – это потребности общества в новых технологиях, финансирование научных исследований, конкуренция на рынке радиолокационных систем, а также международные политические и военные аспекты [3,4]. Это факторы внешнего порядка.

Таким образом, маркерами радиолокации как неклассической научно-технической дисциплины являются:

– интердисциплинарность: радиолокация объединяет знания из различных областей науки и техники, таких как радиоп физика, электроника, математика, астрономия, компьютерные науки;

– новые технические решения: развитие радиолокации привело к созданию новых технических решений, таких как радиолокационные системы с синтезированной апертурой, системы с активной фазированной антенной решеткой, многофункциональные радиолокационные системы;

– области применения: радиолокация нашла применение в различных областях, таких как авиация, космическая техника, метеорология, морская навигация, геодезия, геология;

– инновационность: радиолокация стимулирует инновации в других областях, например, в разработке новых материалов для антенн и устройств, в развитии новых методов обработки сигналов, в создании новых компьютерных систем;



- сложность задач: задачи, решаемые с помощью радиолокации, часто имеют сложный характер и требуют применения новых научных методов и технологий;
- влияние на общество: радиолокация является важной технологией для обеспечения безопасности, защиты от угроз и катастроф, а также для повышения эффективности различных процессов и улучшения качества жизни людей [5].

Эти факторы в совокупности определяют радиолокацию как неклассическую научно-техническую дисциплину, имеющую большое значение для научно-технического прогресса и развития общества в целом, а главное – основной признак любой неклассической научно-технической дисциплины – ее *проблемно-ориентированный характер*, что означает, что любая научно-исследовательская деятельность строится от проблемы, объединяя в одном проекте специалистов различных научно-технических дисциплин, решающих на данном этапе общую проблему.

### **Библиографический список**

1. Горохов, В.Г. Технические науки: история и теория (история науки с философской точки зрения): монография / В.Г. Горохов. – М.: Логос, 2012. – 512 с.
2. Каганов, В.И. Радиотехника: от истоков до наших дней: учеб. пособие / В. И. Каганов. – М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 352 с.
3. Кун, Т. Структура научных революций / Томас Кун; пер. с англ. И.З. Налетова. – М.: АСТ: АСТ МОСКВА, 2009. – 317 с.
4. Латур, Б. Наука в действии: следуя за учеными и инженерами внутри общества / Бруно Латур; пер. с англ. К. Федоровой; науч. ред. С. Миляева. – СПб.: Издательство Европейского университета в Санкт-Петербурге, 2013. – 414 с.
5. Лебедев, С.А. Три эпистемологические парадигмы: классическая, неклассическая и постнеклассическая // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Философские науки. 2019 (2). – С. 8-21.

УДК 14.167.008.2.316.2

ТУТАК О. И., МИХАЙЛОВА Т. Л.

### **«... ГДЕ ОПАСНОСТЬ, ТАМ ВЫРАСТАЕТ И СПАСИТЕЛЬНОЕ», ИЛИ О РИСКАХ NBICS-ТЕХНОЛОГИЙ**

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

Рискогенные технологии как следствие научно-технического прогресса актуализируют не только проблемы, связанные с опасностью внедрения новых технологий, но и вопросы трансформации науки, ее изменяющихся организационных форм, неоднозначного влияния на общество. Рассуждая об опасности абсолютного доминирования техники над мышлением человека, невольно приходишь к парадоксальной мысли: неужели знания могут представлять опасность? Знания и техника. Техника и научная деятельность. «Существо современной техники таится в поставе. Последний повинуется *миссии* раскрытия потаенности», [1, с.232] – говорит М. Хайдеггер. И далее продолжает: «...когда эта миссия правит в образе по-става, она – крайняя опасность» [1, с.233]. Поясним мысль философа его же рассуждениями: «миссия, посылающая на исторический путь поставления действительности, есть поэтому высший риск. Опасна не техника сама по себе. Нет никакого демонизма техники; но есть тайна ее существа. Существо техники как миссия раскрытия потаенности – это риск» [1, с.234]. Голос М. Хайдеггера, его рассуждения с кажущейся «игрой в категории» – прерывает, проясняя, поэтическая подсказка Гельдерлина, процитированная автором: «где опасность,

там вырастает и спасительное» [1, с. 234]. Рассмотрим это применительно к современной науке.

Одна из главных проявлений технонауки как формы бытия современной науки – NBICS (Nano Bio Info Cogno Society) – технологии. Это аббревиатура означает совмещение в одной цепочке нано- и биоинженерных технологий, информационных, компьютерных технологий и когнитивных ресурсов, нацеленных на искусственный разум. Для любого научного знания в рамках технонауки выдвинуто требование – обязательно иметь воплощение в рабочем образце [3]. Для нее характерны: а) системотехника – это научно-техническая дисциплина, охватывающая вопросы проектирования, создания, испытания и эксплуатации сложных систем; б) синергия – сотрудничество людей, чьи профессии на первый взгляд не имеют ничего общего (инженеры, политики, PR-менеджеры); в) проектоориентированность – направление усилий группы на объект, явление, интересующий общество или группу лиц; г) междисциплинарность – необходимость владения точными, техническими, естественными, гуманитарными для успешного взаимодействия; д) нелинейность развития науки – явление, в котором сложно предсказать актуальность тех или иных знаний [2]. Технонаука преимущественно ориентируется на запросы рынка. Коммерциализация науки имеет двойкий характер, с одной стороны, «власть над наукой» может оказаться не в тех руках, а с другой – население обеспечивается рабочими местами. Наука становится все больше «человеко-ориентированной» [3].

Рисками NBICS-технологий являются: а) риски, связанные с информационной безопасностью и функционирования систем искусственного интеллекта; б) изменение самоидентичности личности; в) социокультурные последствия; г) непрогнозируемость угроз и последствий NBICS-конвергенции; д) развитие черного рынка исследований и разработок в областях, находящихся под запретом; е) проблема национального и международного контроля; ж) невозможность полной локализации в пространстве и времени отрицательных последствий применения NBICS-технологий; з) глобальное ухудшение экологической ситуации вследствие засорения отходами нано- и биотехнологий, возникновение круговорота искусственных наночастиц; и) перенаселение Земли вследствие увеличения продолжительности жизни [6].

На основании анализа, можно сделать вывод о том, что самая серьезная угроза – это возможность изменения природы человека, перехода к «постчеловеческой» фазе цивилизации. Как видно, новые изобретения хорошо справляются с решением прошлых проблем, но в то же время становятся источником множества других, изменив мир до неузнаваемости. Мы не знаем, какие решения будут приняты организациями или институтами в силу стремительно развивающегося прогресса. Один из самых сложных вопросов – должны ли государства устанавливать монополию на науку? Однако нам точно известно, что будущее человечество зависит от ответственности и техноэтики инженеров-исследователей, связанных с NBICS-технологиями, владеющих профессиональными знаниями, осваивающих методологическую культуру, не чуждых гуманитарным ценностям, благодаря которым и произрастает то спасительное, возникающее как «просвет», т.е. как выход их потаенности.

### ***Библиографический список***

1. Хайдеггер, М. Вопрос о технике // *Время и бытие: Статьи и выступления*: пер. с нем. – М.: Республика, 1993. – С. 221-238.
2. Горохов, В. Г. *Технические науки: история и теория (история науки с философской точки зрения): монография* / В.Г. Горохов. – М.: Логос, 2012. – 11-47 с.
3. Латур, Б. *Наука в действии: следуя за учеными и инженерами внутри общества* / Бруно Латур; пер. с англ. К. Федоровой; науч. ред. С. Миляева. – СПб.: Издательство Европейского университета в Санкт-Петербурге, 2013. – 414 с. – 10 с.

4. Белянцев, А.Е. «Супертехнологии»: глобальные риски и социально-политические последствия NBIC-конвергенции // Век глобализации. – Выпуск №2 (34) 2020. – С. 55-61.

УДК 008.2. 547.316/317.316.28

ЧАРЫКОВА Т.А.

## **РЕФЛЕКСИВНОЕ ОСМЫСЛЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ – СОСТАВЛЯЮЩАЯ НАУЧНОЙ ПАРАДИГМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ (НА ПРИМЕРЕ СТАНОВЛЕНИЯ «ЗЕЛеноЙ ХИМИИ»)**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Органическая химия начала активное развитие в начале XIX века. За это время было открыто огромное количество различных материалов, которые обеспечили нашу повседневную жизнь – от игрушек и упаковки до строительных материалов. Но, к сожалению, ничто не может произойти, не оставив следа, так и промышленный прогресс оказал большое влияние на состояние биосферы. Большое количество выбросов в атмосферу отходов промышленного синтеза, парниковых газов, а также неразумное и бесконтрольное потребление природных ресурсов привели человечество к тупиковости развития. Осмысление современных технологий промышленного синтеза – ключ к решению возникающих экологических проблем.

В конце XX века человечество начало задумываться об опасности *антропогенной нагрузки* на окружающую среду. Раньше всех развитие новой эпохи человечества с научной точки зрения сумел предсказать В.И. Вернадский. Он назвал будущую глобальную перестройку мира переходом биосферы в состояние «ноосферы» [1]. «*Ноосфера* есть новое геологическое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится крупнейшей геологической силой. Он может и должен перестраивать своим трудом и мыслью область своей жизни ...» [1]. В.И. Вернадский настаивал на том, что устойчивое мировое развитие – основа достижения единства народов, развития науки, техники, новых технологий, а также расцвета потенциальных творческих возможностей человека. Именно благодаря техническому прогрессу решаются самые главные задачи для выживания человечества.

Впервые об экологической опасности заговорили на первой конференции ООН по окружающей среде в 1972 году, где была озвучена необходимость разумного потребления полезных ресурсов Земли, переосмыслению технологий производств. А в 1992 году концепция устойчивого развития, основоположником которой является Вернадский, была признана ключевым фактором дальнейшего развития мира [2].

В конце 90-х годов XX века на базе разговоров об устойчивом развитии формируется новое направление «зелёная химия». В 1998 году П.Т. Анастас и Дж. С. Уорнер сформулировали двенадцать принципов зелёной химии, которыми следует руководствоваться учёным [3]. За пятнадцать лет оно стало одной из ведущих *научных парадигм*, лежащих в основе развития современных промышленных производств. Направление «Зеленая химия» призвано сделать химические производства и продукты максимально безопасными для человека и окружающей среды. Она предполагает взвешенный и тщательно продуманный подход к подбору исходных материалов и разработке схем химических процессов с целью максимального исключения использования вредных веществ. В результате исключаются многие стадии уничтожения и переработки вредных побочных продуктов, отходов, удешевляются производственные процессы, снижаются энерго-и водопотребление, давление на экологию.

Всё это предполагает разработку новых схем химических реакций и процессов, переход к тонким химическим технологиям, малотоннажной химии, что отвечает наиболее перспективным направлениям научно-технического, инновационного развития.

### ***Библиографический список***

1. Дробжев, М.И. В.И. Вернадский: ноосфера и устойчивое развитие / М.И. Дробжев // Университет им. В.И. Вернадского, 2013, №3(47). – С. 65-75.
2. Шакиров, А.Д. О концепции устойчивого развития и ее принципах / А.Д. Шакиров // Ученый записки Казанского университета. 2011. Том 153. Кн.1. – С. 217- 225.
3. P.T. Anastas, J.C. Warner, Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press, New York, 1998, p.30

УДК 140.8. 008.316.62/7

ЧУВАГИНА В.С., МИХАЙЛОВА Т.Л.

### **ВОЗМОЖНО ЛИ УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ?**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность темы, находящейся на пересечении разных массивов знаний, определяется потребностью рефлексивного осмысления будущего человечества, шансом жить в приемлемой для вида среде. С начала 80-х гг. XX в. на фоне глобального ухудшения экологии выдвигается концепция «устойчивого развития» [1], ставшая методологической призмой оценки возможностей экологического развития, что инициировало разработку *нормативных документов*, регулирующих развитие сфер промышленности, в том числе и радиоэлектроники. Устойчивое развитие – путь минимизации процесса ухудшения экологии, что способствует созданию условий выживания человечества. Термин был предложен Н.Н. Моисеевым, ядро которого – «*коэволюция*», т.е. совместная эволюция человека и его среды [1]. Среда – важнейшее условие эволюции живого. В этом контексте перед радиоэлектронной промышленностью – две проблемы: а) непосредственно производства; б) утилизации [2].

Проблема производства заключается в уроне, наносимом добычей полезных ресурсов окружающей среде: загрязняются вода, воздух, разрушаются локальные экосистемы. Идея утилизации не популяризируется; процесс утилизации – сложный из-за наличия большого количества примесей в аппаратуре. Сегодня есть два основных безопасных метода утилизации электроники: а) утилизация с добычей ценных ресурсов; б) утилизация с переработкой в новый материал-концентрат [2]. Теории недостаточно: нужны предприятия, занимающиеся переработкой и утилизацией. Вопреки мнению, что в России нет потенциала для переработки вторсырья, это не так. На территории страны расположено около 2500 предприятий, занимающихся переработкой и утилизацией отходов [5; 6]. С помощью волонтеров проводятся мероприятия по сбору вторсырья с последующей переработкой. С этой целью устанавливаются контейнеры для сбора в торговых центрах, например, повсеместно есть контейнеры для использованных батареек [7]. С помощью активистов, с поддержкой предприятий – в городах строится инфраструктура, рассчитанная на защиту среды от деструктивных действий. Продвижения концепции устойчивого развития нет: переработка предприятию невыгодна экономически. Возникает ситуация, когда большая часть населения не заинтересована в этом.

Проблема незаинтересованности связана не только с недостатком информации: большую роль играет *изменение сознания человека*. Сегодня связь человека с природой ослабевает. На протяжении тысячелетий человек выживал, ибо был зависим от природы. Он

развивался, создавал орудия труда, познавал мир. Если в традиционном обществе человек был привязан к природе, не действуя ей наперекор, то в индустриальном обществе – отдаление от природы увеличивается. Развивались мануфактуры, зарождались предприятия – человечество начало делать то, что не задумано природой, являясь противоестественным. На природу человек начал смотреть через призму индустриализации. Сейчас, в информационном обществе, он продолжает отдаляться от природы. Мир ускоряется: производится немыслимое количество товаров и информации, которые человек не успевает потреблять, физически оставаясь тем же видом, появившимся около 40.000 лет назад. Тенденция ускорения времени отмечена давно; был сформулирован закон [3], гласящий, что каждая последующая стадия короче предыдущей. На практике это подтверждается: индустриальное общество начало формироваться в XVIII в., а информационное – в 40-х гг. XX в. Человечество прошло стадию индустриализации, перейдя к обществу информационному, обособившись от природы ещё значительнее.

Обращаясь к трудам [4] Ч. Дарвина, основоположнику эволюционного учения, можно отметить: «*чтобы существовать, необходимо соответствовать своей среде обитания*» [4]. Охватывая путь, пройденный человечеством – от шельского рубила до современного гаджета, отметим, что среда обитания преобразилась. Когда человек перестал бороться за выживание, он начал заботиться о комфорте, преобразовывая окружающий мир. Это есть маркер постепенной потери человеком связи с природой, вследствие чего биосфера перестает быть естественной средой его обитания, т.е. «родным домом». Можно сделать вывод, что *коэволюция человека и биосферы невозможна*, как и экологическое развитие радиоэлектронной промышленности. Сегодня человечество ещё может остановиться, задумавшись о вреде наносимом природе.

На современном этапе технологий полностью устранить ущерб, наносимый человеком, невозможно, хотя потенциально его можно минимизировать. Предприятия, занимающиеся утилизацией, работают; хотя это процесс трудоёмкий, но возможность сдать сломанную аппаратуру – есть. Для развития с вектором устойчивости необходима *просветительская деятельность*. Сейчас человек медленно, но приходит к осознанности. Человек неоднократно глобально менял своё мировоззрение; есть шанс, что он изменит его вновь. При правильном подборе ресурсов и *методов просветительской работы* – мировоззрение можно формировать с вектором экологической направленности, что предполагает отстаивание идей, нацеленных на сохранение блага и красоты биосферы. Тогда можно говорить об устойчивом развитии.

### **Библиографический список**

1. Труды Н.Н. Моисеева [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://ecodon.dspl.ru/docs/actions/2019/11-09/Труды%20Н.Н.Моисеев>. – (Вход свободный. – Дата обращения – 18.01.2023)
2. ИТС 15-2016 Утилизация и обезвреживание отходов (кроме обезвреживания термическим способом (сжигание отходов) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200143229>. – свободный. – (Дата обращения – 18.01.2023)
3. Капица, С.П. Об ускорении исторического времени // Новая и новейшая история. – 2004 № 6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.vivovoco.astronet.ru/VV/JOURNAL/NEWHIST/KAPTIME.HTM>. – Режим доступа: свободный. – (Дата обращения – 19.01.2023)
4. Дарвин, Ч. Происхождение видов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [http://www.chronos.msu.ru/old/RREPORTS/darwin\\_proishozhdenie\\_vidov.pdf](http://www.chronos.msu.ru/old/RREPORTS/darwin_proishozhdenie_vidov.pdf) – свободный. – (Дата обращения – 20.01.2023)
5. Раздельный сбор и переработка: часто задаваемые вопросы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://rsbor.ru/where-to-start/razdelnyij-sbor-faq/> – Вход свободный (Дата обращения – 18.01.2023)

6. Собира́тор: Партнёры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://sobirator.ru/partners/> – свободный. – (Дата обращения – 20.01.2023)
7. Recyclemap [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://recyclemap.ru/> – свободный. – (Дата обращения – 20.01.2023)

УДК 14.167/168. 008.2.316.28

ШАДРИН В.С., МИХАЙЛОВА Т.Л.

## **ПРОБЛЕМА ОТВЕТСТВЕННОСТИ ИНЖЕНЕРА-ИССЛЕДОВАТЕЛЯ В АТОМНОЙ ФИЗИКЕ: ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЭТИКИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Новые технологии актуализируют проблемы адаптации общества к ускоряющемуся прогрессу, что инициирует обсуждение *техноэтики*, затрагивающей как научное сообщество, так субъектов государственной политики в сфере науки. *Проблема ответственности исследователя* не обозначается лишь отчетностью перед вышеописанными областями социума за негативные побочные эффекты, но она маркируется честностью, добросовестностью изыскателя в работе [3]. Дело в том, что «принятие решений об использовании новых видов техники должно учитывать не только результат в краткосрочной перспективе, но и последствия, которые могут проявиться в будущем» [1].

*Техноэтика*, возникнув недавно, этимологически восходит к греческой терминологии, связанной с «*Techne У Ноэтикос*», что интерпретируется как «*сознание о материальном производстве*» [4]. Потребность в дисциплине очевидна в связи с ростом технической мощи человечества: техногенные катастрофы, открытия, достижения (от паровой машины, радио – до полета в космос). XX в. показал, что общественности нужны знания о социальных и экологических последствиях внедрения экономически выгодных технологий. Производство и распределение научного знания отличаются сегодня: знания и результаты научных трудов – не составляющие корпоративных ценностей, профессионалов, научных структур. Современные *виды коммуникации* изменили формы взаимодействия науки и социума, породив новые концепции применения научного знания [5]. Теперь научный опыт оценивается как другими структурами, так и обществом, что повлияло на диалог общества и науки: *экспертиза* стала фактором оценки технических знаний, ибо группы по-разному представляют эффект от научных изысканий. Процесс *экспертизы* ценен в техноэтике, разрешая спорные ситуации.

Проблема ответственности возникла с открытием явления радиоактивности: М. Склодовская-Кюри с мужем открыли полоний и радий. В это время компании, производящие средства личной гигиены и пищевые продукты, начали добавлять в изделия радий под предлогом его лечебных свойств. Лишь в 1937 г. во Франции приняли поправку о торговле ядовитыми веществами, приравняв торий и радий к токсичным ядам. Пример ответственности исследователя-физика – это поведение Отто Гана, немецкого ученого, открывшего расщепление урана. Этот случай описан в XVI главе книги «Часть и целое» В. Гейзенбергом, повествующим о «потрясенном и разбитом» физике, когда 6 августа 1945 г. после бомбардировки Хиросимы О. Ган был поражен результатом применения разрушительного вида оружия – гибели тысяч людей. «Расщепление урана было его самым

значительным научным открытием, оно явилось решающим и никем не предвиденным шагом в атомной технике. И вот теперь этот шаг уготовил ужасный конец целому городу с его населением, безоружными людьми, большинство из которых чувствовало себя невиновными в войне», [2, с.307]. – отмечает В. Гейзенберг. Пример ответственности инженера – атомные электрические станции (АЭС). Последствия техногенных аварий на АЭС – Три-Майл-Айленд, Чернобыльская атомная станция, АЭС Фукусима, послужившие как появлению фундаментальных принципов безопасности на генерирующих атомных станциях, так и рождению страха перед «мирным атомом» из-за последствий аварий.

Кто виноват? Новаторы научно-исследовательской деятельности виновны в последствиях некорректного использования их исследований? *Открыватели* или *изобретатели*? Дилемма К. Фридриха, дифференцировавшего виды научно-исследовательской деятельности, стала предметом обсуждения немецких физиков «уранового клуба» в английском плену в имении Фарм-Холл, недалеко от Кавендишской лаборатории [2, с. 306], что приводится в XVI главе. Их спор – значим в контексте современных рефлексий относительно техноэтики. Рассуждения в далеком 1945 г. можно представить так: «*открыватель* до совершения открытия ничего не может знать о возможностях его применения, и даже потом путь к его практическому внедрению может оказаться столь долог, что никакие предсказания будут невозможны», а «*изобретатель* же всегда имеет в виду определенную практическую цель» [2, с.309], т.е. действуя не как индивидуальная личность, он выполняет заказ человеческой потребности. Так или иначе, но все эти споры после события Хиросимы, вращающиеся вокруг *понятия «вина»*, отсылающие нас к самому началу, – есть основание для современной дискуссии

Проблема *ответственности исследователя* в любой науке, обостряющаяся в связи с внедрением NBICS-технологий, – основа формирующейся техноэтики, этапы которой посредством наиболее ярких примеров XX века представлены в материале.

### ***Библиографический список***

1. Хотеева, М. С. Техноэтика как вид этики науки // *Философия в системе «НТПО»: наука, технология, производство, образование. Взаимодействие высшей и средней школ: материалы конференции*, Казань, 20 октября 2021 года. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2021. – С. 113-115. – EDN QBSHNP.
2. Гейзенберг, В. *Физика и философия. Часть и целое*. Пер. с нем. М.: Наука. – Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – С. 306-317.
3. Юдин, Б.Г. Об ответственном поведении исследователей // *Комплексное изучение человека* [Электронный доступ]. – URL: [https://iphras.ru/uplfile/root/biblio/bioeth/bioeth\\_4/1.pdf](https://iphras.ru/uplfile/root/biblio/bioeth/bioeth_4/1.pdf)
4. Павлова, Л.В. Техноэтика и этико-правовые вопросы современного научно-технического развития // *Правовая культура в современном обществе: сборник научных статей*, Могилев, 14-15 мая 2020 года. – Могилев: Учреждение образования «Могилевский институт Министерства внутренних дел Республики Беларусь», 2020. – С. 166-171. – EDN TPWOJZ.
5. Гришечкина, Н.В. Гражданская экспертиза как фактор трансдисциплинарности научного знания / Н.В. Гришечкина, С.В. Тихонова // *Вестник Томского государственного университета*. 2020. №452. – С. 73-78. – DOI: 10.17223/15617793/452/8

6. Юдин, Б.Г. Экспертиза //Энциклопедии эпистемологии и философии науки. – М.: «Канон+», РООИ «Реабилитация»; ред. И.Т. Касавин. – 2009.

УДК 171

ЦЮЙ ЯН

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ДЕТЕРМИНИЗМ ПРОТИВ. КРИТИЧЕСКАЯ СОЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ: ВЗГЛЯДЫ НА ФИЛОСОФСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ**

Нижегородский государственный лингвистический университет им. Н.А. Добролюбова

Технологические знания оказали значительное влияние на современное общество, что привело ко многим философским и методологическим проблемам. Были исследованы две точки зрения на философские и методологические проблемы технологического знания: технологический детерминизм и критическая социальная теория. Кроме того, обсуждалось их применение в реальной жизни.

Технологический детерминизм утверждает, что технология формирует человеческую жизнь, идентичность и ценности. Сторонники этой точки зрения полагают, что развитие технологий «неизбежно приведет к изменениям в социальных, культурных и экономических системах», которые выйдут за рамки человеческого контроля [1, с. 42]. Критики утверждают, что эта точка зрения чрезмерно детерминирована, ограничивает свободу действий людей и не признает их способность влиять на влияние технологий на общество.

Критическая социальная теория обеспечивает основу для понимания технологии как места силы, неравенства и сопротивления. Согласно этой точке зрения, технология не является автономной силой, а формируется социальными нормами, экономическими силами и более широкими структурами власти и угнетения. Сторонники утверждают, что критическая социальная теория помогает «раскрыть скрытые предположения и ценности, лежащие в основе технологического развития», продвигая более справедливые формы технологии [2, с. 228]. Критики предполагают, что она часто может упускать из виду преимущества технологических достижений и не в состоянии оценить сложность технологического развития.

Обе точки зрения предлагают уникальное понимание философских и методологических проблем технологического знания. В то время как сторонники технологического детерминизма подчеркивают преобразующую силу технологий, критически настроенные социальные теоретики подчеркивают опасность того, что технологии усиливают социальное и экономическое неравенство. Тщательный и сознательный подход необходим для того, чтобы ориентироваться в этических, социальных, политических и экономических последствиях технического прогресса. Понимание обеих точек зрения необходимо для того, чтобы в полной мере осознать воздействие и последствия технологических знаний.

Обсудив эти два различных взгляда на технологические знания, я также привел примеры того, как эти взгляды применимы к ситуациям реальной жизни, таким как развитие искусственного интеллекта и дебаты о доступе в Интернет как праве человека.

Однако критики сходятся во мнении, что тщательный и сознательный подход необходим для понимания этических, социальных, политических и экономических последствий технического прогресса. Поскольку технологии продолжают формировать наш



мир, важно критически относиться к этим перспективам, чтобы гарантировать, что технологические достижения способствуют построению справедливого общества.

#### ***Библиографический список***

1. Папченко, Е. В. Methodology of Scientific and Project Activities : учебное пособие для обучающихся в магистратуре : [16+] / Е. В. Папченко, Т. А. Нечаева ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2020. – 105 с. : ил. – ISBN 978-5-9275-3725-9.
2. Кутырев, В. А. Чело-век технологий, цивилизация фальшизма / В. А. Кутырев. – Санкт-Петербург : Алетейя, 2022. – 288 с. – (Тела мысли). ISBN 978-5-00165-476-6.

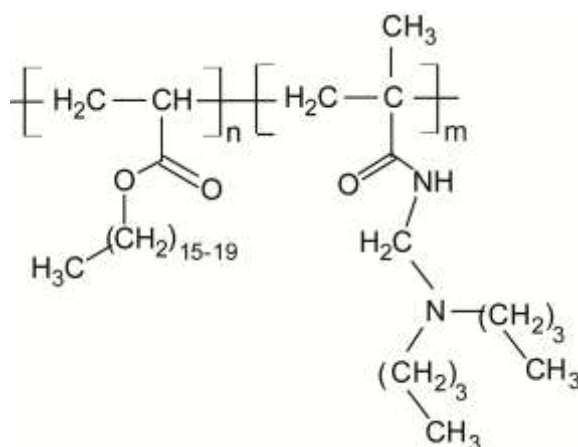
**СТУДЕНЧЕСКИЕ  
ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ**

УДК 665.6.03

АРИФУЛЛИН И.Р., КАЗАНЦЕВ О.А.**ИНГИБИТОРЫ АСПО НА ОСНОВЕ  
N-(ДИБУТИЛАМИНОМЕТИЛ) МЕТАКРИЛАМИДА И ВЫСШИХ  
АЛКИЛАКРИЛАТОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из актуальных проблем при трубопроводной перекачке парафинистых и вязких нефтей является образование асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) на внутренних стенках нефтепроводов, что значительно повышает затраты на перекачку нефти и снижает производительность трубопроводов. Очистка трубопроводов от отложений АСПО (промывка легкими растворителями, обогрев трубопровода, разбавление нефти легкими продуктами и др.) является весьма трудоемкой и дорогостоящей операцией. Одним из наиболее простых, эффективных и экономичных путей решения данного вопроса является введение в проблемные нефти специальных добавок, ингибирующих образование отложений (ингибиторов АСПО). Поэтому, разработка таких присадок является весьма актуальной задачей. Наиболее часто в качестве добавок такого типа предлагаются полиалкил(мет)акрилаты (ПАА) с алкильными группами C16 и выше. Нередко ПАА проявляют недостаточную эффективность в качестве ингибиторов АСПО. Для ее повышения в состав ПАА часто вводят полярные звенья, в частности, аминные и амидные. В данной работе в качестве ингибитора АСПО предлагается сополимер N-(дибутиламинометил)метакриламида (ДБАММА) и высших алкилакрилатов (АА) (рис.1).

**Рис. 1. Структурная формула сополимера ДБАММА-АА**

Эффективность действия синтезированной добавки сравнивалась с полиалкилакрилатной присадкой (ПАА 16-20) в модельной смеси гексан-петролатум методом «холодного стержня» (табл. 1).

**Таблица 1**

**Эффективность действия присадок в качестве ингибиторов АСПО**

Присадка	Концентрация присадки, %	Степень ингибирования, %
ПАА 16-20	0,05	54,4
ДБАММА - АА	0,05	78,9

Исследования проведены в рамках стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам, осуществляющим перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики (СП-4035.2021.1).

УДК 63.57.68.03.

ВЕРАХИНА А.А., КАЛИНИНА А.А., НАУМОВ В.И., ЛУКЬЯНОВА Ю.М., ДОБРОВ А.А.,  
СОКОЛОВА Т.Н.

### **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НАЧАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОСЕВА МИКРОВОДОРОСЛЕЙ НА БИОФИКСАЦИЮ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА**

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Микроводоросли обладают способностью фиксировать углекислый газ (CO<sub>2</sub>) и могут преобразовывать его в биомассу с гораздо большей эффективностью, чем наземные растения [1]. Поэтому микроводоросли считаются одними из самых перспективных видов для фиксации CO<sub>2</sub> и производства химической энергии, и обладают потенциалом быстрого роста и высокой способностью к фиксации углерода [2].

Целью настоящей работы явилось изучение влияния начальной плотности посева (начальной концентрации клеток посева) микроводорослей на эффективность биофиксации углекислого газа.

Начальная концентрация клеток посева оказывает влияние на скорость роста и активность фотосинтетической системы. Таким образом оптимизация начальной плотности посева микроводорослей является важным фактором для повышения эффективности утилизации углекислого газа.

Объектом исследования были выбраны микроводоросли *Scenedesmus abundans*. Культуры микроводорослей выращивали на модифицированной среде Тамия следующего состава (г/л): KNO<sub>3</sub> – 5,0; MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O – 2,5; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – 1,25; ЭДТА – 0,037; FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O – 0,009; раствор микроэлементов – 1 мл.

Были проведены эксперименты, в которых использовали различные начальные плотности посева микроводорослей. На первом этапе оценку проводили по скорости накопления биомассы в течение времени эксперимента при прочих равных условиях (температура, питательная среда, pH).

Концентрацию биомассы микроводорослей определяли спектрофотометрически, путем отбора проб спустя каждые пять дней по оптической плотности суспензии с последующим переводом на сухой вес с использованием калибровочного графика. Для рабочих штаммов микроводорослей калибровочные графики были построены в ходе предварительных экспериментов по наращиванию биомассы.

Установлено, что оптимальная начальная плотность посева микроводорослей составляет от 0,5 до 1 г сухой массы на литр питательной среды. При более высоких начальных плотностях посева микроводорослей наблюдается снижение скорости роста во

времени, что может быть связано с конкуренцией за питательные вещества и световой ресурс между индивидуальными клетками микроводорослей.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-24-00634.

### *Библиографический список*

1. **Lam M.K.** Microalgae biofuels: a critical review of issues, problems and the way forward / M.K. Lam, K.T. Lee // *Biotechnol. Adv.* 2012. V. 30. No 3. P. 673–690.
2. **Raesossadati M.J.** CO<sub>2</sub> bioremediation by microalgae in photobioreactors: impacts of biomass and CO<sub>2</sub> concentrations, light, and temperature / M.J. Raesossadati, H. Ahmazdazeh, M.P. McHenry, N.R. Moheimani // *Algal Res.* 2014. V. 6. P. 78–85.

УДК 577.35

ВОЛКОВА А.В., БУЗОВЕРЯ М.Э.

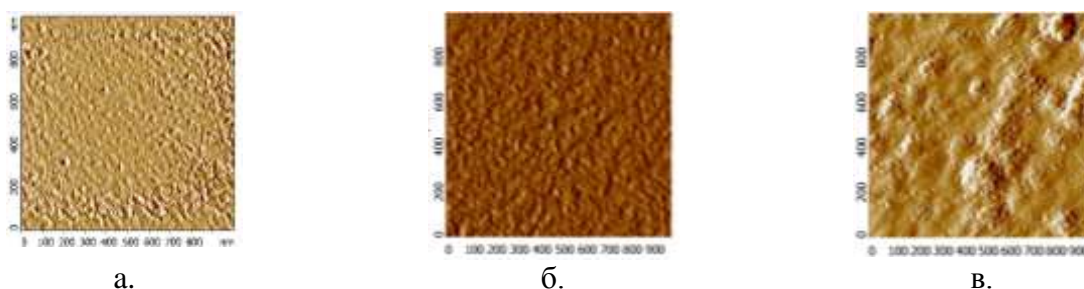
### **АСМ-ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОК СЫВОРОЧНОГО АЛЬБУМИНА**

СарФТИ НИЯУ МИФИ, г. Саров; ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

В последние годы благодаря появлению нанотехнологий диагностика в медицине продвинулась на существенно новый уровень — в мир наноструктур. В настоящее время активно развивается новое диагностическое направление в медицине — функциональная морфология биожидкости (БЖ). Метод заключается в исследовании структур БЖ с помощью оптического микроскопа. Морфология поверхности пленок тесно связана с реальной структурой и механизмом её структурообразования. В материаловедении традиционно уделяется большое внимание исследованиям морфологии, являющейся важнейшим диагностическим признаком.

В ранее проводимых исследованиях были предложены подходы к интерпретации изображений фаций; рассмотрена феноменологическая модель пленкообразования фаций из растворов биополимеров на примере альбумина [1]. Однако, слабая контрастность структуры фаций БЖ и 10% альбумина (аналог сыворотки крови) на оптическом уровне вызывает трудности в интерпретации изображений. Поэтому некоторые структурные эффекты, которые на оптическом уровне плохо разрешимы, могут быть исследованы с помощью АСМ.

В работе представлены результаты экспериментальных исследований водно-солевых растворов сывороточного альбумина человека методом атомно-силовой микроскопии (АСМ). САЧ рассматривается как аналог БЖ. В данной работе визуализирована стекловидная часть пленок/фаций САЧ с концентрацией белка от 2 — 20%. Установлена глобулярная структура этих областей пленок (рис.1). Показано, что с изменением концентрации САЧ изменяются размеры, форма и упорядоченность белковых ассоциатов на наноуровне. Проведено измерение силы адгезии и модуля Юнга на образцах разной концентрации.



**Рис. 1. АСМ-скан фации САЧ, размер 1x1 мкм, содержание альбумина:**  
а — 2%; б — 10%; в — 19%

Бузоверя, М.Э., Шишпор, И.В., Щербак, Ю.П. Экспериментальное исследование микроструктур фаций сывороточного альбумина. // Журнал технической физики, 2012. — Т.82, Вып.9. — С.87-94.

УДК 577.35

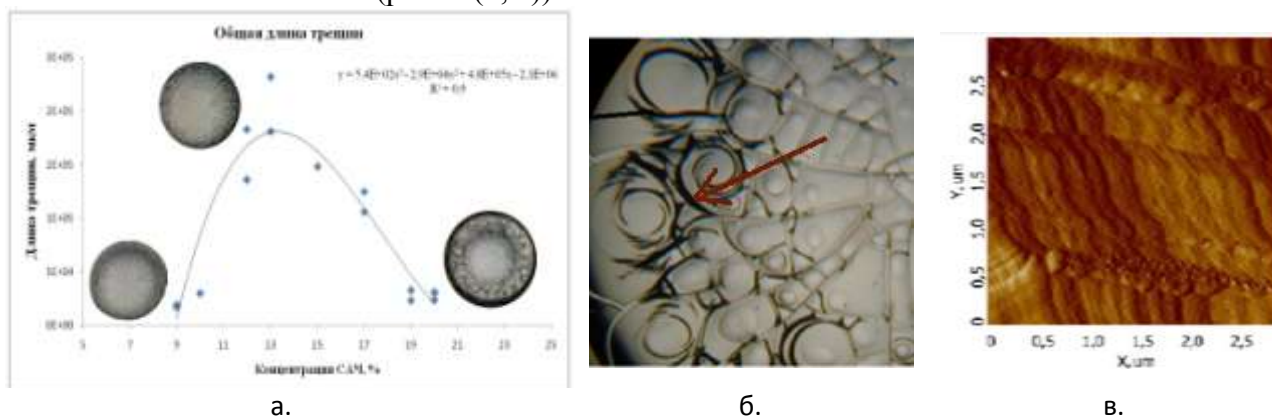
ВОЛКОВА А.В., БУЗОВЕРЯ М.Э.

## ОСОБЕННОСТИ НАДМОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ПЛЕНОК АЛЬБУМИНА

СарФТИ НИЯУ МИФИ, г. Саров; ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

В последние годы повышается интерес к изучению различных биологических структур в твердом состоянии. В первую очередь с целью разработки новых и простых методик диагностики различных патологических состояний организма, поскольку биожидкости (БЖ) являются важной диагностической субстанцией. При дегидратации биожидкости образуется фация (пленка), имеющая структуру, специфика которой определяется всем комплексом количественных и качественных параметров, присутствующих в биожидкости веществ. Внешний вид фаций используется для диагностики широкого круга заболеваний [1].

Кроме чисто прикладного значения существует и фундаментальный аспект данной проблемы. В настоящее время усилилась тенденция углубленного изучения процессов, определяющих механизм формирования структуры биожидкости. Сывороточный альбумин человека (САЧ) рассматривается как аналог БЖ. В работе [2] наблюдаемые структурные эффекты в дегидратированных пленках концентрации 2 – 10% САЧ рассмотрены с учетом молекулярных особенностей альбумина и концепции надмолекулярной организации полимерного тела. В настоящей работе представлены результаты экспериментальных исследований водно-солевых растворов САЧ с концентрацией белка от 10 до 20 %. Методом оптической микроскопии получена и проанализирована микроструктура пленок САЧ. Установлены зависимости морфологии пленок сывороточного альбумина человека от концентрации белка (рис. 1 (а)). Выявлены развернутые формы белковых образований в высококонцентрированных пленках САЧ. Специфические структуры в высококонцентрированных фациях САЧ подобны диагностическим маркерам различных патологических состояний (рис. 1 (б, в)).



**Рис. 1. Специфика морфологии пленок САЧ:** а – зависимость длины трещин от концентрации раствора САЧ в диапазоне концентраций 10% – 20%; б – фрагмент фации САЧ 15% с черными фибриллами; в – АСМ-изображение черной фибриллы.

### *Библиографический список*

1. **Шабалин В.Н., Шагохина С.Н.** Морфология биологических жидкостей и человека. — М.: Хризостом, 2001. — 304 с
2. **Бузоверя М.Э.** и др. Экспериментальное исследование микроструктур фаций сыворочного альбумина // ЖТФ, 20912, т. 82, вып. 9, с. 87-94.

УДК 66.097.3

ГАВВА М. А., НИШУКОВА М. А.

## **ПОЛУЧЕНИЕ ВАНАДИЯ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ**

Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева

Развитие радиоэлектронной промышленности в Российской Федерации является одним из приоритетных направлений в условиях современности. Одним из инновационных компонентов, используемых в радиоэлектронных устройствах, может являться диоксид ванадия. Сообщалось [1], что исследователи из лаборатории Nanolab создали сверхкомпактные модуляционные частотные фильтры, широко используемые в системах космической связи, в которых используются ключи на основе эффекта фазовых переходов диоксида ванадия. Предполагается, что использование диоксида ванадия позволит производить высокочастотные радары нового поколения [2].

Ванадий в природе встречается только в виде примесей залегающих в недрах руд. Добыча ванадия включает в себя многоступенчатую обработку руды, что обуславливает высокую цену на данный металл [3]. Альтернативным методом получения ванадия может являться переработка отхода производства серной кислоты – отработанного ванадиевого катализатора (ОВК).

Использование ванадиевого катализатора – неотъемлемая стадия процесса получения серной кислоты контактным методом, однако в ходе использования катализатор теряет эксплуатационные свойства и приобретает статус отхода [4]. Учитывая тот факт, что производство серной кислоты является крупнотоннажным [5], объемы образования ОВК исчисляются тысячами тонн.

Основной целью работы является определение возможности извлечения соединений ванадия из ОВК. При этом использовали растворы серной кислоты различных концентраций при нагревании и сравнивали полученную эффективность эффективностью извлечения дистиллированной водой. Рентгенофлуоресцентный анализ образцов ОВК одного из предприятий показал, что содержание ванадия достигает 4,77% масс.

Установлено, что благодаря остаточному содержанию оксидов серы в ОВК, наблюдается высокая эффективность выщелачивания дистиллированной водой (до 56 %) при проведении опыта в течение 3-х часов. Применение раствора серной кислоты позволяет значительно повысить эффективность извлечения до 85-92%, при этом сокращая время процесса до 1,5 часов. Благодаря использованию раствора серной кислоты станет возможным существенно снизить энергозатраты на процесс извлечения ванадия.

Полученные в результате экспериментов данные по эффективности извлечения ванадия из ОВК подтверждают высокую перспективность предлагаемого процесса.

### *Библиографический список*

1. Networks of Coupled VO<sub>2</sub> Oscillators for Neuromorphic Computing // EPFL | Infoscience EPFL Scientific publications URL(дата обращения: 16.04.2023).

2. Vanadium Dioxide: A Revolutionary Material For Tomorrow's Electronics // EEWORLD ONLINE URL: <https://www.eeworldonline.com/vanadium-dioxide-a-revolutionary-material-for-tomorrows-electronics/> (дата обращения: 17.04.2023).
3. Химия и технология редких и рассеянных элементов. Ч. 3.: учебное пособие / П. С. Киндяков; под ред. К. А. Большакова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1976. – 320 с.
4. Энциклопедия технологий 2.0: Химический комплекс / [гл. ред. Д. О. Скобелев] ; ФГАУ «НИИ «ЦЭПП». — Москва; Санкт-Петербург: Реноме, 2022. — 256 с. : ил.
5. Анализ мирового рынка серной кислоты в 2014–2018 гг., прогноз на 2019–2023гг. // [Businessstat.ru](https://businessstat.ru/images/demo/sulfuric_acid_world_2019_demo_businessstat.pdf): [сайт]. [https://businessstat.ru/images/demo/sulfuric\\_acid\\_world\\_2019\\_demo\\_businessstat.pdf](https://businessstat.ru/images/demo/sulfuric_acid_world_2019_demo_businessstat.pdf) (дата обращения: 16.04.2023).

УДК 004.432

ДУДНИКОВ Д.О., ОГУРЦОВ Н.А.

## **ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА МИКРОСТРУКТУРЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОМОЩИ ЭВМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В ходе анализа программных средств для микроструктурного анализа материалов было выявлено, что они имеют недостаток – они привязаны к определенным микроскопам от конкретных производителей, что приводит к значительным затратам. Это несовершенство можно устранить, разрабатывая программные средства в виде специализированных программ для ЭВМ, которые могут быть использованы на цифровых микроскопах любого вида.

Такой подход к разработке программных средств экспериментальных исследований был предложен в отечественном металловедении. В этом случае разработанные программы помимо блока для определения величины зерна включали блоки для решения технологических вопросов в виде математических расчетов и графических построений. Разрабатывается новая программа для компьютера, которая учитывает обнаруженные несовершенства и повышает уровень автоматизации расчета микроструктуры.

При выборе языка программирования учитывались несколько факторов, включая целевую платформу, гибкость языка, время выполнения проекта, производительность, поддержка и сообщество. После анализа Python, Java и C++, был выбран Python из-за его простоты в освоении. Ниже представлен пример обработки изображения микроструктуры шлифа после распознавания зерен на нем при помощи разработанной программы.



**Рис. 1. Обработанное изображение микроструктуры металла**

### *Библиографический список*

1. **Josef Dillinger, Walter Escherich, Werner Günter**, Fachkunde Metall Mechanische Technologie : учеб. Пособие. – 2010 625 с.
2. ZEISS ZEN core v3.2 Software Manual : Пояснительная записка / 2020 792 с.
3. **D. Lammers, S. Wachenfeld**, Objekterkennung in Bilddaten : учеб. Пособие . 2008. 22 с.

УДК 629.3.022

КАЛИЛИН Л.С., КУЛАГИН А.Л., ГОНЧАРОВ К.О.

#### **КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПРОСТРАНСТВЕННОГО КАРКАСА ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА В РАМКАХ РЕГЛАМЕНТА «SHELL ECO MATRATHON»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При проектировании пространственного каркаса безопасности необходимо учитывать следующие требования технического задания:

- 1) соответствие конструкции регламенту соревнований;
- 2) соответствие каркаса эксплуатационным нагрузкам;
- 3) возможность реализации конструкции массой до 20 кг;
- 4) применение бесшовных стальных труб с геометрическими характеристиками 25x2 мм и/или 18x4 мм.

В дополнение к основным требованиям были определены критерии технологичности реализации конструкции, такие как: использование линейных форм пространственной геометрии и реализация съемной конструкции заднего колеса-моторамы. Последнее условие необходимо для возможности модернизации транспортного средства под другие силовые установки и водородные топливные элементы.

В части прочностного расчета были определены ключевые узлы, к которым будет прикладываться нагрузка. Это места крепления передних колёс, место пилота, крепление моторамы.

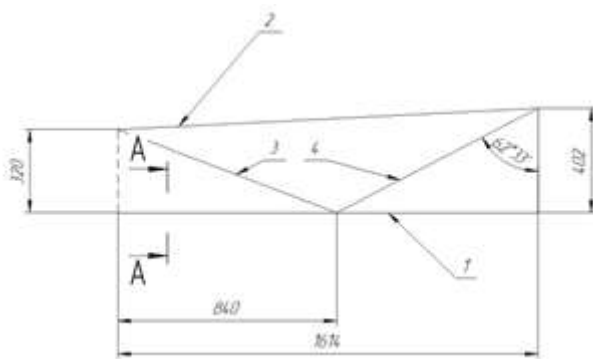
Соблюдая поставленные условия, была разработана базовая геометрия пространственного каркаса безопасности. Для реализации расчета было принято решение использовать силу, равную 1 кН (100 кг веса). Данная нагрузка прикладывается в месте потенциального крепления сидения пилота. Расчеты проводились в программе MSC Patran/Nastarn.

Данная нагрузка, при использовании труб 25x2 мм и 18x4 мм, не оказывает значительных деформаций и высоких напряжений в опасных сечениях. Ввиду этого для реализации используем то сечение, которое формирует минимальную массу, а именно сечение 25x2 мм.

В получившейся стрессовой конструкции боковой структуры каркаса можно заметить, что элементы 2, 3, 4 не испытывают высоких нагрузок на растяжение и сжатие. То есть это элементы, которые не воспринимают значительных нагрузок, с которыми необходимо было бы использовать трубу 25x2 и как следствие будет не оправданно завышена масса изделия.

Альтернативным решением замены данных элементов было использование углепластиковых (УП) трубок с сечением 25x1 мм. Данные элементы были внесены в расчетную модель со следующими допущениями: в местах крепления УП трубки с рамой не было смоделировано болтовое соединение т.е было допущено, что из рамы сразу выходит УП трубка, что можно трактовать как закрепление УП трубки жёстким защемлением относительно рамы.





**Рис. 1. Схема бокового элемента рамы**

Альтернативным решением замены данных элементов было использование углепластиковых (УП) трубок с сечением 25x1 мм. Данные элементы были внесены в расчетную модель со следующими допущениями: в местах крепления УП трубки с рамой не было смоделировано болтовое соединение т.е было допущено, что из рамы сразу выходит УП трубка, что можно трактовать как закрепление УП трубки жёстким защемлением относительно рамы. Касательно выводов: конструкция в расчёте получается жёстче

чем в реальных условиях и максимальный прогиб рамы составил 0.5 мм в месте крепления сидения. Если допустить, что расчёт ошибочен в 10 раз, то получается перемещение в 5 мм, что не является недопустимым. В свою очередь появилась задача отладки расчетной модели в креплении УП трубки к раме, чтобы элемент работал правильно.

УДК 629.3.022

КАЛИЛИН Л.С., КУЛАГИН А.Л., ГОНЧАРОВ К.О.

## **ЭЛЕМЕНТЫ РУЛЕВОГО МЕХАНИЗМА ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА В РАМКАХ РЕГЛАМЕНТА «SHELL ECO MATRATHON»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

По регламенту соревнований транспортному средству необходимо обеспечить радиус поворота 8 м или меньше. Система поворотного механизма включает поворотный кулак, задача которого заключается в том, что он является соединительным элементом между колесом и узлом, обеспечивающим поворот колеса относительно некоторой оси. Поворотный кулак должен удовлетворять следующими условиями:

- 1) быть не сложным в технологической реализации;
- 2) выдерживать прилагаемые на него статические и динамические эксплуатационные нагрузки;
- 3) в своей конструкции учитывать крепление суппорта тормозной системы.

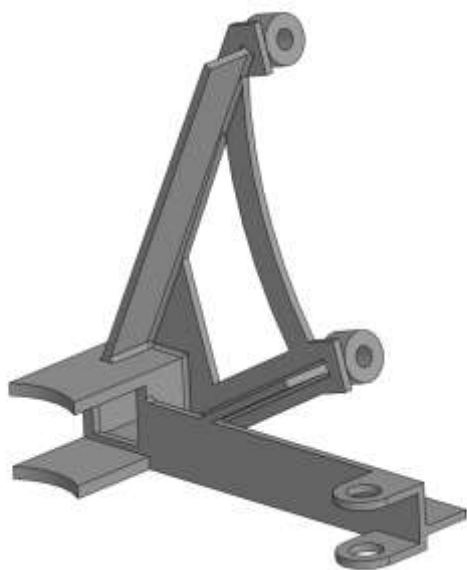
На рисунке 1 видно, что поворотный кулак состоит из плоских листовых элементов на основе стали толщиной 2 мм, это позволяет собрать такой геометрически непростой элемент с удовлетворительной геометрической точностью, а соединение реализовать при помощи сварного соединения.

Узлом, обеспечивающим поворот колеса относительно оси, является поворотный стакан (рис. 2). Он имеет следующую конструкцию: 1 - элемент рамы, 2 - упорное кольцо, 3 - поворотный стакан, 4 - упорно-радиальный подшипник, 5 - подпирающее кольцо.

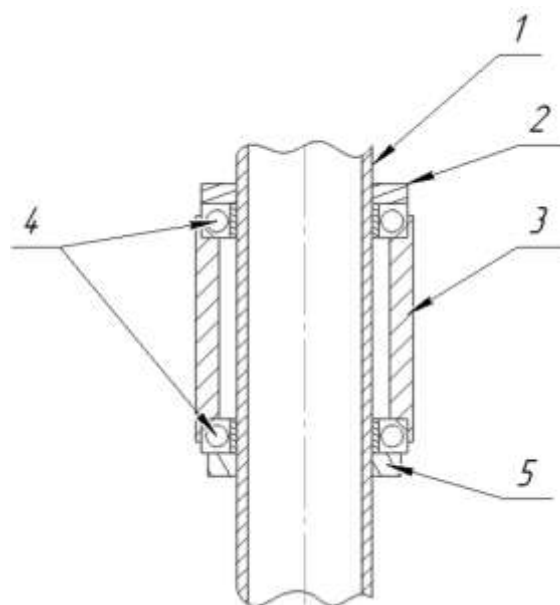
Упорное и подпирающее кольца привариваются к элементу рамы. К поворотному стакану прикрепляется поворотный кулак при помощи сварки. Внешний и внутренний диаметр поворотного стакана будет зависеть подбора подшипника и его геометрии. В стакане обязательна проточка под подшипник. Для унификации в конструкции рационально будет применять комплектующие от велосипеда, в свою очередь диаметры подшипников для рулевой рейки велосипеда кратны дюйму, то есть радиально-упорный подшипник с диаметром 25.4 мм. Элемент рамы 1 имеет диаметр 25 мм, зазор между подшипником и

элементом рамы можно будет нивелировать за счёт проставки, выполненной из тонкого листа стали.

Таким образом, конструкция будет включать разработанные элементы в рамках соревнований и эксплуатационных задач, а также стандартные элементы, используемые в велоспорте.



**Рис. 1. Поворотный кулак**



**Рис. 2. Поворотный стакан**

УДК 623.746.-519

КАМАЕВ С.В., КУЛАГИН А.Л., САФОНОВ А.А., АБРАКОВ А.А.

### **ПРОЧНОСТНЫЕ РАСЧЕТЫ КОМПОЗИТНОГО КРЫЛА БПЛА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

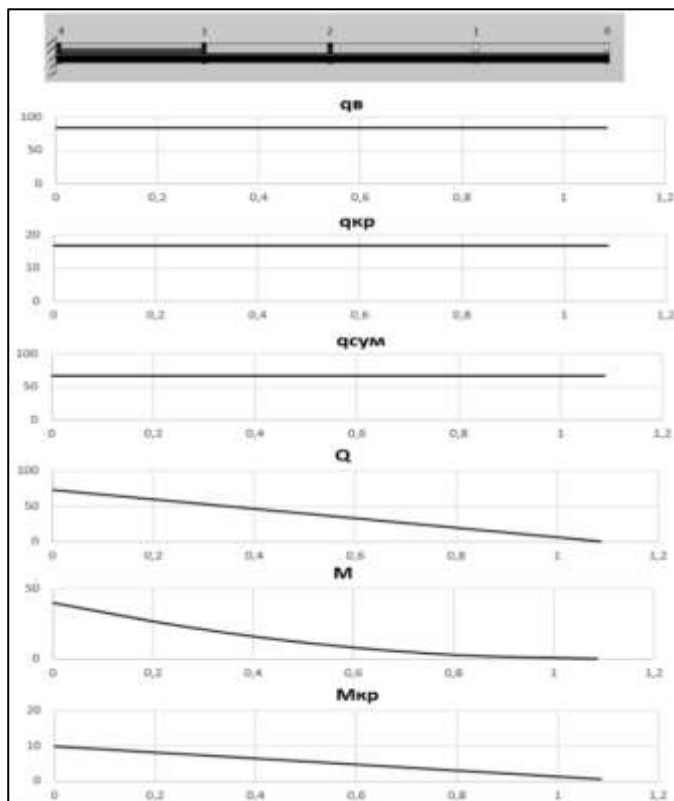
Расчет композитного крыла самолета на прочность – это сложный процесс, который включает в себя множество различных аспектов. Один из ключевых – проведение расчета напряжений. Для этого необходимо учитывать не только внешние нагрузки, но и внутренние силы, возникающие на крыле.

Цель работы заключалась в исследовании крыла БПЛА на предмет разрушаемости при помощи программы математических расчётов «Microsoft Excel» и дальнейшей проверке и визуализации в системе автоматизированного проектирования «Компас-3D» с использованием приложения «APR FEM».

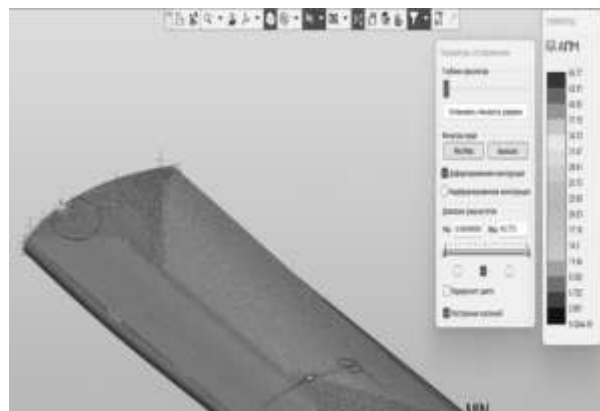
Для проведения прочностных расчётов первым этапом были рассчитаны нагрузки, действующие на крыло. Рассматривалось действие сил в нескольких сечениях – распределенные нагрузки (воздушная нагрузка, нагрузка от крыла и суммарная нагрузка), перерезывающие силы и изгибающие моменты. Также были построены эпюры, соответствующие этим нагрузкам (рис. 1). В опасном сечении были посчитаны статический момент и момент инерции, что в дальнейшем позволило посчитать действительное напряжение. Сечение профиля крыла состоит из верхнего листа обшивки, нижнего листа обшивки и лонжерона. Силовые элементы крыла, в свою очередь, являются углепластиками.

После проведения расчётов напряжений были сделаны выводы, что с определённым запасом прочности, конструкция выдержит аэродинамические нагрузки и критических деформаций на ней не возникнет.

Для того, чтобы убедиться в верности расчётов, был проведен прочностной анализ методом конечных элементов в программе «Компас-3D» (рис.1). По результатам видно, что в зоне опасного сечения выделена область, соответствующая диапазону напряжений от 8,582 МПа до 17,16 МПа, что, в целом, подтвердило расчётное значение 14,66 МПа.



**Рис. 1. Эпюры распределения нагрузок на крыле**



**Рис. 2. Результат расчёта по APM FEM в программе “Компас-3D”**

УДК 629.113

КАСЬЯНЕНКО В.А., МОЛОДЦОВ И.М., КУЛАГИН А.Л.

## **РАЗРАБОТКА СИДЕНЬЯ ДЛЯ ВНЕДОРОЖНОГО СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «MINI ВАЈА»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При проектировании внутреннего пространства пилота необходимо учитывать эргономику кокпита, который должно быть не только достаточно удобным для эффективного пилотирования транспортного средства, но позволять пилоту покинуть свое место за отведённое время в случае аварийной ситуации.

Разработка сиденья начинается с оценки возможности его производства и сравнения его с уже имеющимися вариантами от сторонних производителей. Далее разрабатывается эскиз для лучшего представления формы сиденья и то, как оно будет располагаться в кабине. После чего определяется материал и способ получения детали, в нашем случае мы решили изготавливать сиденье из полимерных композитных материалов (ПКМ).

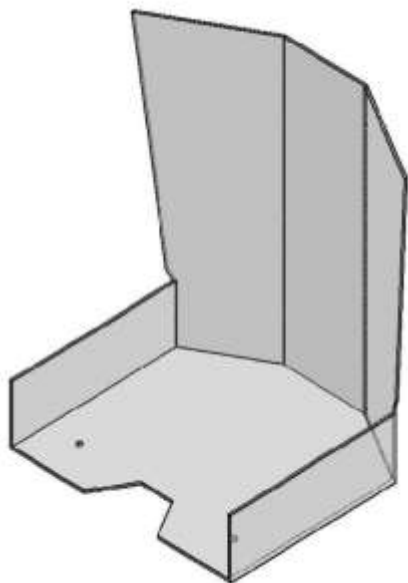
Обоснование выбора материала:

1. Стекловолокно имеет меньший вес в сравнении с листовым металлом, что для нас важно, так как будет стоять маломощный двигатель.

2. Данный материал в сравнении с тем же карбоновым волокном имеет намного меньшую стоимость.

3. Применение данного материала, при создании необходимой технологической оснастки, может позволить реализовать сложные пространственные геометрические формы.

Далее мы перешли к проектированию модели. Опираясь на регламент «Баха Россия», создали форму сиденья, которая при установке сможет удовлетворять всем требованиям, предъявляемым настоящим регламентом.



**Рис.1. Модель сиденья для внедорожного спортивного автомобиля класса «MINI BAJA»**

1. Плечевые ремни не должны касаться спинки сиденья, и тем более перегибаться через неё. Ввиду этого мы сделали высоту спинки ниже, чем высота плеч и из-за этого решения подголовник будет располагаться отдельно. При этом мы отталкивались от 95-го перцентиля.

2. Паховый ремень допускается отклонять с помощью граней сиденья, но он должен быть защищён от острых углов – для этого был спроектирован специальный вырез в паховой области сиденья, который будет ограничивать перемещение ремня.

3. Угол между плоскостями основания и спинки сиденья должен быть 90 градусов

4. Сиденье должно обладать необходимой жёсткостью – для этого была сделана более сложная форма сиденья с ребрами жёсткости по бокам.

5. Поскольку автомобиль будет ехать по бездорожью, то конструкция кресла предусматривает наличие боковой поддержки.

В ходе анализа и проектирования мы получили модель (рис.1), которая в дальнейшем будет адаптирована под технологический

процесс реализации, а готовое изделие будет устанавливаться в транспортное средство и обеспечит размещение пилота в соответствии с регламентом соревнований.

УДК 338

КУБЫШЕВ И.А., ИВАШКИН А.Д., СТЕПАНОВ Я.Д.

## **ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ И ИМПОРТООПЕРЕЖЕНИЕ В СФЕРЕ ПРОЕКТНОГО ИНЖИНИРИНГА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В наше время Россия стремительно развивается в различных сферах научной и технической деятельности, в том числе и в проектном инжиниринге. Однако, существует ряд проблем, которые мешают полноценному развитию этой отрасли. Одной из них является зависимость от импортных технологий и оборудования.

Проблема с импортом иностранного программного обеспечения и деталей остро стоит вот уже в течение года. Большое количество компаний покинули рынок РФ, что, однако, побудило отечественные компании заниматься импортозамещением. В качестве

проектируемого объекта у нас выступает завод по производству сжиженного природного газа. Важно отметить, что объект будет построен на территории многолетней мерзлоты. Мы затронем программное обеспечение для проектирования зданий, технологические установки с использованием отечественных деталей и стандартов. Нашей целью будет доказать, что отечественное программное обеспечение и производство не отстаёт, а в некоторых местах и опережает западные компании.

В 2023 году в России появляется необходимость разработки стратегии импортозамещения и импортоопережения. Ключевой задачей данной стратегии является создание условий для увеличения доли отечественных технологий и оборудования в проектах, а также обеспечение их конкурентоспособности на рынке.

В рамках данной стратегии необходимо развивать собственные производства деталей для строительства, технологии в различных отраслях и ПО. Не стоит забывать и про создание системы государственных мер по стимулированию отечественных производителей. Все это позволит увеличить научный и технический потенциал РФ, обеспечить стабильный рост экономики страны и повысить её авторитет в мире.

Таким образом, разработка и успешная реализация стратегии импортозамещения и импортоопережения в проектном инжиниринге – необходимый шаг для укрепления экономической и научно-технологической позиции России в мировом сообществе.

УДК 004.891.2

КУБЫШЕВ И.А., ИВАШКИН А.Д., СТЕПАНОВ Я.Д.

## **ИНДУСТРИЯ 5.0: СОВМЕСТНАЯ РАБОТА НЕЙРОСЕТЕЙ И ЛЮДЕЙ В РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Нейросети являются мощным инструментом, который может помочь в решении широкого круга задач, начиная от обработки естественного языка и распознавания образов, до анализа данных и управления производством. Для использования нейросетей требуются определенные знания и навыки в области искусственного интеллекта. Основная сложность в повсеместном использовании нейросетей заключается в процессе обучения модели.

В процессе обучения модели происходит настройка ее параметров. После этого эти параметры сохраняются и больше не изменяются. Это означает, что при каждом использовании модели для обработки новых параметров потребуется обучение новой модели. Хотя уже существуют методы переобучения, которые значительно экономят время.

Для обучения модели требуется большое количество данных. Чем больше данных у нас есть, тем точнее и эффективнее будет работать модель. Однако сбор и подготовка этих данных может быть трудоемким процессом, особенно если требуется очистка и аннотирование большого объема данных.

Обучение модели требует больших вычислительных ресурсов. Для обучения модели требуется использовать графические процессоры (GPU) и центральные процессоры (CPU) с высокой производительностью. Чем больше слоев и параметров у модели, тем больше ресурсов требуется для обучения.

Процесс обучения модели нейронной сети является итеративным и требует многократного прохождения по данным. Это означает, что обучение может занять много времени, даже если используются мощные компьютеры.

Наконец, после завершения обучения модели, требуется ее тестирование на независимых данных, чтобы убедиться в ее эффективности и точности. Все это делает процесс обучения модели нейронной сети долгим и затратным. Однако, все же были компании, изучающие данную технологию.

В декабре 2022 года OpenAI получила широкое освещение в СМИ после запуска бесплатной предварительной версии ChatGPT, своего нового чат-бота с искусственным интеллектом, основанного на GPT-3.5. По данным OpenAI, за первые пять дней на превью зарегистрировалось более миллиона человек. Модель ChatGPT, с технической точки зрения не содержала ничего нового, но имела простой и удобный интерфейс для взаимодействия с пользователем и была доступна для широкой публики. Благодаря такой публичности, модель стала объектом массового интереса, став причиной всплеска популярности языковых моделей. И с тех пор всё больше и больше людей начали обращать внимание на это направление.

Вслед за этим, были открыты для бесплатного доступа text-to-image системы:

- 1) Dall-e – распространяется через веб-интерфейс.
- 2) Midjourney – распространяется через VoIP Discord.
- 3) Stable diffusion – распространяется как open-source проект.

Каждая из них заняла свою нишу. Выделим Stable Diffusion, так как ее можно развернуть на своей машине, следовательно, играть с параметрами, как угодно.

Сейчас каждый месяц появляются заголовки с применением GPT моделей в новых областях:

- 1) Leonardo.ai – генерирующая 3d ассеты.
- 2) GitHub Copilot – автозаполнение кода.
- 3) resemble.ai – создание уникальных записей голоса.
- 4) Lakhclean – создание музыки.
- 5) Neuro-sama – виртуальный блогер, играющий в игры.

Несмотря на все ограничения, нейросети станут мощным инструментом для оптимизации и улучшения работы различных профессий, но их применение должно быть осознанным и обоснованным.

УДК 547

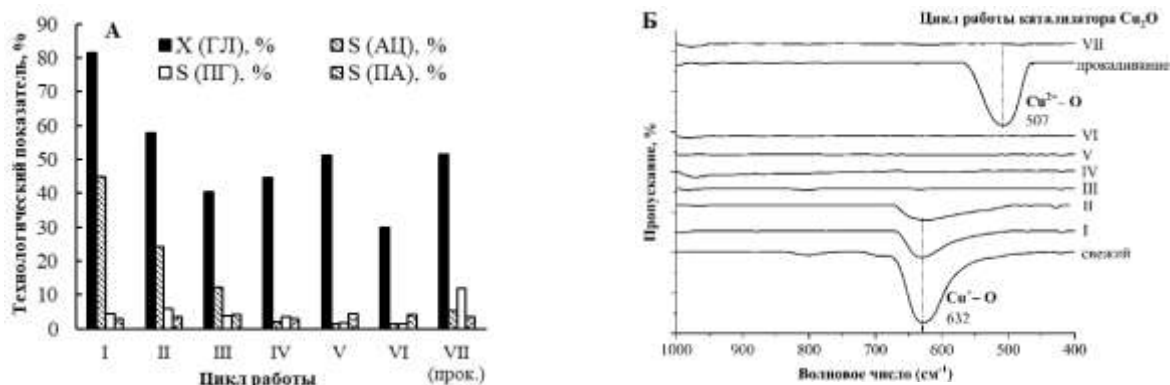
ЛУНИНА Д. М., ЗЛОБИН С. Ю., ЕРМОЛАЕВ А. Д., ГУЦИНА М. А., ЕСИПОВИЧ А. Л.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ОКСИДА МЕДИ (I) В УСЛОВИЯХ ДЕГИДРАТАЦИИ ГЛИЦЕРИНА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Рост производства биодизельного топлива стал причиной накопления больших объёмов побочно образующегося глицерина (ГЛ). Его переработка с помощью эффективных медьсодержащих катализаторов в ценные продукты, среди которых ацетол (АЦ) и 1,2-пропиленгликоль (ПГ), может стать важным аспектом в экономике и экологии.

Катализатор  $\text{Cu}_2\text{O}$  получали по окислительно-восстановительной реакции между 0,9 л 0,5 М сульфатом меди и 0,2 л 1 М глюкозой в качестве восстановителя в присутствии 0,3 л 3,5 М NaOH и испытывали на установке реактивной дистилляции в непрерывном режиме работы.



**Рис. 1** – А. Изменение технологических показателей в циклах повторного использования катализатора; Б. ИК-спектры катализатора.

Условные обозначения: X – конверсия; S – селективность; ПА – пирувальдегид

Условия испытаний: ГЛ 99,3 %, кат. / ГЛ = 5 % (масс.),  $N_{\text{уср.}} \approx 4,0 \text{ ГЛ} / (\text{Г}_{\text{кат.}} \cdot \text{ч})$ ,  $N = 800 \text{ об./мин}$ ,  $P_{\text{вак.}} = 0,03 \text{ кгс/см}^2$ ,  $T = 240 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\tau = 6 \text{ ч}$ .

Анализ продуктов реакции осуществляли методами ВЭЖХ, ГХ и ГХ-МС. Катализатор исследовали на ИК-спектрометре, а также сорбтометре.

$\text{Cu}_2\text{O}$  подвергался испытаниям на стабильность в течение нескольких циклов работы в непрерывном режиме (рис. 1, А). С каждым новым синтезом, конверсия ГЛ и селективность по АЦ постепенно падали. Установлено сопутствующее снижение удельной поверхности катализатора с  $0,92 \text{ м}^2/\text{г}$  (свежий) до  $0,29 \text{ м}^2/\text{г}$  (после VII цикла), что объясняется спеканием его кислотных центров, а также накоплением углеродистых отложений на поверхности. Кроме того, спекание приводило к переходу оксидной формы катализатора в металлическую. На ИК-спектрах связь  $\text{Cu}^+-\text{O}$  ( $632 \text{ см}^{-1}$ ) присутствовала до III цикла: в последующих пик не фиксировался, что говорит о полном восстановлении оксида меди (1) (рис. 1, Б).

После VI цикла испытаний катализатор прокалён при  $510 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 10 ч на воздухе с целью реактивации, в ходе которой окислился до  $\text{CuO}$ , о чём свидетельствует характерный пик  $\text{Cu}^{2+}-\text{O}$  ( $507 \text{ см}^{-1}$ ). Образец вновь восстановился до металла в VIII цикле работы (рис. 1, Б), где наблюдался незначительный рост технологических показателей.

По всей видимости, в чистом виде катализатор нестабилен в жёстких условиях течения реакции. Закупорка активных центров  $\text{Cu}_2\text{O}$  и его восстановление привели к падению конверсии ГЛ и селективности по АЦ. Дальнейшие исследования будут направлены на подбор промотора или окислительного агента для поддержания стабильности катализатора.

УДК 004

МАСЛЕННИКОВА Т.А., НАЖИМОВА Н.А.

### **ИЗУЧЕНИЕ ВОПРОСОВ АКТУАЛЬНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАКУПОК В РАМКАХ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКОНА № 223-ФЗ «О ЗАКУПКАХ ТОВАРОВ, РАБОТ, УСЛУГ ОТДЕЛЬНЫМИ ВИДАМИ ЮРИДИЧЕСКИХ ЛИЦ»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Федеральный закон от 18 июля 2011 года № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» — федеральный закон, принятый в Российской Федерации, и регламентирующий порядок осуществления закупок отдельными видами юридических лиц.

Целями регулирования настоящего Федерального закона являются обеспечение единства экономического пространства Российской Федерации, создание условий для своевременного и полного удовлетворения потребностей юридических лиц, указанных в законе, уменьшение расходования средств различного уровня, снижение коррупционной составляющей.

Закон № 223-ФЗ регламентирует процедуры проведения закупок, которые осуществляют организации, на половину или более принадлежащие государству, а также их дочерние и зависимые структуры. Также заказчиками товаров, работ и услуг по № 223-ФЗ выступают:

- субъекты естественных монополий, государственные унитарные предприятия и муниципальные унитарные предприятия;
- организации, осуществляющие регулируемые виды деятельности в сфере электроснабжения, газоснабжения, теплоснабжения, водоснабжения, водоотведения, очистки сточных вод, утилизации (захоронения) твердых бытовых отходов);
- некоторые бюджетные организации и учреждения, имеющие смешанное финансирование.

Вся система проведения закупок является полностью открытой и доступной как для заказчиков товаров, работ, услуг, так и для участников, желающих принять участие в процедуре закупки, т.е. предоставить заказываемые товары, работы или услуги.

Изменения в закупочном законодательстве происходят регулярно, что с одной стороны является преимуществом и приводит к постепенному совершенствованию закона. С другой стороны, эти изменения, как правило, приводят к усложнению процедуры его реализации, вследствие появления дополнительных требований к заказчикам, деятельность которых подпадает под регулирование настоящего закона.

В связи с вышеизложенным, становится очевидной актуальность решения задачи глубокой автоматизации многих процессов осуществления закупочной деятельности на основе информационных технологий.

С целью более эффективного решения существующих проблем в данной области и значительной помощи техническим специалистам, работающим в сфере закупок, предлагается создать автоматизированную информационную систему, включающую в себя реализацию всего комплекса технологических процессов, связанных с практической реализацией предприятием (организацией) закупочной деятельности.

УДК 004

МИХАЛЕВ А.Ю.

## **ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ ОЗЕР ДАННЫХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПЛАНИРОВАНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЕРТИКАЛЬНО- ИНТЕГРИРОВАННОЙ КОМПАНИИ**

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

Управление процессами хозяйственной деятельности в вертикально-интегрированных компаниях, состоящих из множества организационных структур, является сложной задачей, для своего решения требующей работы с большими объемами данных.

Например, планирование технического обслуживания и ремонта оборудования таких компаний требует учета множества параметров и решения сложных задач:



- учет технологических параметров оборудования в привязке к сведениям о его фактическом техническом состоянии (в том числе с использованием данных, поступающих с датчиков, средств объективного контроля и др.);

- контроль регламентных сроков проведения работ и прогнозирование состояния объектов и оборудования (включая работу с цифровыми двойниками);

- оценка фактической доступности материально-технических ресурсов и сроков дополнительных поставок в случае необходимости;

- бюджетное планирование, финансирование и выполнение учетных операций;

- управление человеческими ресурсами и др.

Зачастую в крупных вертикально-интегрированных компаниях на головном уровне системы управления бизнес-процессами бюджетного планирования, финансирования и учета, а также информационные системы для управления технологическими аспектами разделены по видам (ERP, BPM и др.) и не имеют полной взаимной интеграции. Зависимые и дочерние общества в ряде случаев вовсе могут самостоятельно реализовывать мероприятия по цифровизации, учитывая лишь ключевые требования головной компании, что порождает дополнительную разнородность в подходах к работе с данными.

С учетом вышеизложенного эффективность решения задач планирования хозяйственной деятельности вертикально-интегрированной компании существенно снижается как по причине разнородности данных и зачастую их неполноты, так и в связи со сложностью последующей обработки. При этом решение оптимизационных задач (включая приоритезацию объектов ремонта) в автоматизированном режиме становится и вовсе невозможным в разумные сроки с надлежащим качеством.

Одним из возможных решений может стать использование озёр данных (Data Lake). Озера данных являются решением, позволяющим работать с большим количеством неструктурированных данных, что является существенным преимуществом при работе как с данными, получаемыми из баз данных или информационных систем, так и непосредственно с оборудования. Ввиду того, что источники данных неоднородны, целесообразным видится применение процесса ETL (Extract, Transform, Load). Сочетание указанных инструментов позволит получать весь необходимый объем данных от всех участников процессов.

Необходимо отметить, что использование озёр данных для решения производственно-хозяйственных задач вместе с очевидной пользой (позволит эффективно решать актуальные задачи без «революций» в IT-направлении компании) неизбежно повлечёт за собой:

- пересмотр (или создание) политики управления данными;

- необходимость модернизации IT-инфраструктуры (повышение мощности серверов и качества каналов связи, увеличение объема дискового пространства);

- создание подразделений, персонал которых будет иметь навыки аналитической работы с большими объемами данных (аналитики данных и специалисты Data Science).

УДК 63.57.68.03.

МОЛЧАНОВА М.И., КАЛИНИНА А.А., НАУМОВ В.И., ЛУКЬЯНОВА Ю.М.,  
ДОБРОВ А.А., СОКОЛОВА Т.Н.

### **ВЛИЯНИЕ pH СРЕДЫ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ РАЗМНОЖЕНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ВИДА *Scenedesmus obliquus***

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Растущая концентрация антропогенного углекислого газа (CO<sub>2</sub>) в атмосфере, по-видимому, является основной причиной глобального потепления, которое может иметь катастрофические последствия для окружающей среды и климата [1]. Использование

биотехнологических методов утилизации углекислого газа с использованием микроводорослей рассматривается как устойчивый подход по сравнению с физическими методами [2].

Эти фотосинтезирующие микроорганизмы могут эффективно преобразовывать CO<sub>2</sub> из точечного источника в O<sub>2</sub> и биомассу.

Для успешного выращивания микроводорослей и эффективной утилизации углекислого газа необходимо создать оптимальные условия для их роста и развития. Одним из важных параметров является pH среды.

Целью настоящей работы явилось изучения влияния pH среды на накопление биомассы микроводорослей.

Объектом исследования были выбраны микроводоросли *Scenedesmus obliquus*. Культуры микроводорослей выращивали на модифицированной среде Тамия следующего состава (г/л): KNO<sub>3</sub> – 5,0; MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O – 2,5; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – 1,25; ЭДТА – 0,037; FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O – 0,009; раствор микроэлементов – 1 мл.

Отметим, что при росте культуры концентрация ионов OH<sup>-</sup> в среде увеличивается и через 8 суток pH достигает значений 8,0-8,2. Это связано с тем, что существенную роль в ассимиляции углерода играет катализирующий фотосинтез цинксодержащий фермент карбоангидраза. Далее CO<sub>2</sub> используется в цикле Кальвина, в котором углекислый газ превращается в углеводы, а ионы OH<sup>-</sup> удаляются из клетки во внешнюю среду, увеличивая pH раствора [3].

При дальнейшем увеличении pH > 9 клетки водорослей все в большей степени начинают переходить на карбонатное питание, которое энергетически менее выгодно. При этом наступает ограничение фотосинтетической активности клеток из-за защелачивания среды и, возможно, из-за дефицита энергии в клетках, так как в среде с pH = 11 для выведения одного моль OH<sup>-</sup> из клетки расходуется один моль АТФ [4].

Следовательно, поддержание оптимального уровня pH является важным фактором для эффективной утилизации углекислого газа микроводорослями и является одним из ключевых шагов для оптимизации процесса. Это может быть достигнуто через контроль за составом питательной среды и механизмами регулирования pH, такими как добавление буферных растворов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-24-00634.

#### **Библиографический список**

1. **Chiu S.-Y.** Lipid accumulation and CO<sub>2</sub> utilization of *Nannochloropsis oculata* in response to CO<sub>2</sub> aeration / S.-Y. Chiu, C.-Y. Kao, M.-T. Tsai, S.-C. Ong, C.-H. Chen, C.-S. Lin // Bioresour. Technol. 2009. V. 100. P. 833–838.
2. **Kumar K.** Development of suitable photobioreactors for CO<sub>2</sub> sequestration addressing global warming using green algae and cyanobacteria / K. Kumar, C.N. Dasgupta, B. Nayak, P. Lindblad, D. Das // Bioresour. Technol. 2011. V. 102. P. 4945–4953.
3. **DiMario Robert J.** The many types of carbonic anhydrases in photosynthetic organisms / R.J. DiMario, M.C. Machingurab, G.L. Waldropb, J.V. Moroneyb // Plant Science. 2018 V. 268. P. 11–17.
4. **McConnell I.L.** A quantitative assessment of the carbonic anhydrase activity in photosystem II / I.L. McConnell, M.R. Badger, T. Wydrzynski, W. Hillier // Biochim. Biophys. Acta. 2007. V. 1767. P. 639–647.

## СИНТЕЗ НОВЫХ МОНОМЕРНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ БЕТУЛИНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Макромолекулы, состоящие из синтетических и биологических соединений, называемые биогибридными полимерами или полимерными биоконъюгатами, являются передовыми функциональными материалами с большим потенциалом применения в различных приложениях. Кандидатом на включение в состав биологически активных полимеров является бетулин — природный тритерпен, содержащийся в довольно больших количествах в наружной коре березы и поэтому широко доступный в северном полушарии. Спектр действия бетулина настолько широк, что перечислить их все сложно. Наиболее важными из них являются противораковые, противовоспалительные, антибактериальные, гиполипидемические и гепатопротекторные свойства. Бетулин практически не растворим в воде и ограниченно растворим во многих органических растворителях. Для преодоления этого ограничения предложено провести модификацию путем включения в структуру бетулина метакрилоильного фрагмента, способного к участию в радикальной полимеризации, и олигоэтиленгликолевой цепочки для повышения растворимости и регулирования амфифильных свойств.

На первом этапе был получен метакрилат бетулина (МБЕТ) этерификацией метакриловой кислоты по Штеглицу (рис.1). Данный процесс проходит в мягких условиях с высоким выходом МБЕТ.

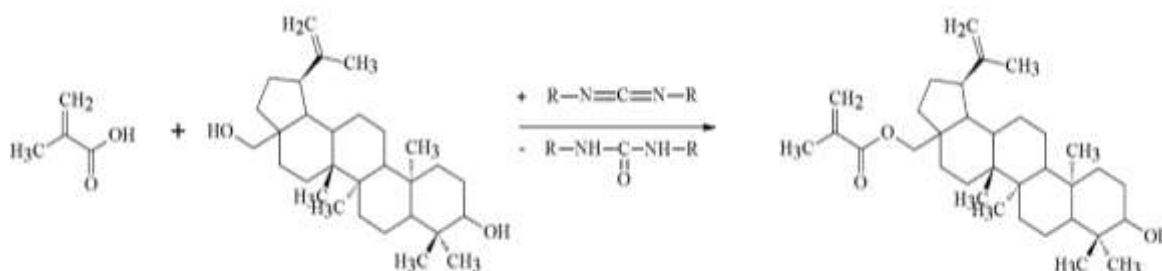


Рис. 1. Синтез метакрилата бетулина

На втором этапе было проведено исследование закономерностей реакции оксиэтилирования МБЕТ (рис.2.). Вторая стадия протекает значительно труднее. Классические анионные катализаторы оксиэтилирования (нафталид натрия, триэтиламин) оказались неэффективными, поэтому оксиэтилирование проводили в присутствии координационного ДМЦ-катализатора (двойной металлоцианидный катализатор) в среде тетрагидрофурана. В ходе работы было исследовано влияние температуры, соотношения МБЕТ/катализатор и МБЕТ/оксид этилена на степень превращения МБЕТ.

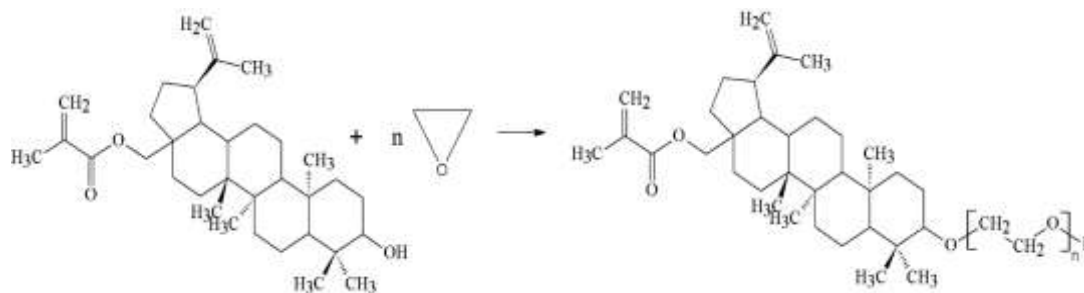


Рис. 2. Получение олиго(этиленгликоль) бетулинметакрилата

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ №22-73-00232.

**ФОСФОМЕЛ – СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГИПОХЛОРИТА КАЛЬЦИЯ**

Российский Химико-Технологический Университет им. Д. И. Менделеева

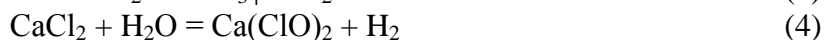
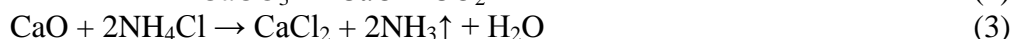
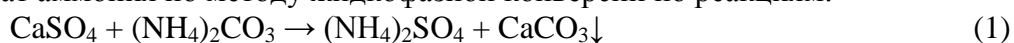
Сохранение гидросферы при непрерывном увеличении объемов водопотребления и водоотведения, способствующего загрязнению водоемов промышленными и бытовыми сточными водами, является одной из актуальных проблем современности. Вопросам водоочистки и водоподготовки все больше уделяется внимания на всех участках технологических процессов, требующих определенного качества потребляемой и отводимой воды, однако применяемые в настоящее время методы зачастую не обеспечивают необходимую степень очистки и не удовлетворяют современным требованиям сброса.

С целью снижения антропогенного воздействия от сбросов неочищенных сточных вод разрабатываются новые и совершенствуются уже имеющиеся на предприятиях технологии очистки, которые позволят комплексно использовать все компоненты сырья и обеспечить соблюдение требуемых нормативов на сброс (ПДК, ПДС, ВДС) [1].

Одной из проблем в процессе очистки сточных вод является заключительная стадия, включающая процесс обеззараживания. В зависимости от состава воды, поступающей на стадию обеззараживания, применяются различные способы обеззараживания, например, УФ облучение, введение сильных окислителей, таких как хлор, озон, гипохлорит натрия или кальция.

Наиболее часто применяется гипохлорит натрия/кальция ввиду простоты в его использовании и значительным пост-окислительным эффектом по сравнению с озоном или УФ. Процесс промышленного получения гипохлорита натрия достаточно дорогостоящий ввиду использования сырья с высоким классом чистоты. Но существует возможность снизить затраты на получения гипохлорита натрия/кальция из альтернативных сырьевых источников, в частности из отходов производств.

Ввиду этого в рамках данной работы исследована возможность электрохимического получения гипохлорита кальция (ГПХК) из побочного продукта – фосфомела (основным компонентом которого является карбонат кальция), образующегося в результате переработки фосфогипса в сульфат аммония по методу жидкофазной конверсии по реакциям:



В результате эксперимента получен водный раствор  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  с содержанием активного хлора (АХ) равным  $1,19 \text{ г/дм}^3$ , что соответствует  $0,1 \%$  рабочему раствору, применяемому для обеззараживания хозяйственно-бытовых помещений. Однако, концентрация активного хлора все еще недостаточна, чтобы применять полученный ГПХК в системах водоочистки, но может стать альтернативой для мытья промышленных площадок и помещений.

Планируемые дальнейшие исследования будут направлены на повышение содержания активного хлора и изучение окислительной способности полученного раствора гипохлорита кальция.

Данный подход использования кальцийсодержащих отходов позволит получать продукты с более высокой добавочной стоимостью и снизить антропогенное воздействие на окружающую среду.

Кузин, Е. Н. Титансодержащие коагулянты в процессах очистки хозяйственно-бытовых сточных вод // Вода и экология: проблемы и решения. 2020. № 4 (84). С. 16-23.

УДК 62-229.314

ПЛАТОНОВ А.В., ЩЕГЛЕТОВ К.А., НЕЙЛЫК И.О., КОРШУНОВ Е.С.,  
БЛОХИНА А.С.

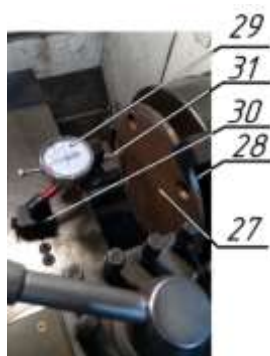
## ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКИ, СВЯЗАННЫЕ С ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКОЙ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ ТИПА «ДИСК»

Арзамасский политехнический институт, филиал Нижегородского государственного  
технического университета им. Р.Е. Алексеева

Разработка, представленная в данных тезисах, может быть применима для токарной обработки заготовок деталей типа «диск», у которых длина цилиндрической части меньше длины ступени стандартного кулачка токарного патрона. При этом исключается необходимость выполнения трудоемкой выверки каждой заготовки при их закреплении в патроне токарного станка.

Сущность разработки заключается в том, что торцевую поверхность заготовки детали типа «диск» при ее установке в патрон токарного станка опирают на базовые поверхности резьбовых опорных шпилек. При этом резьбовые опорные шпильки ввернуты в резьбовые отверстия, выполненные в опорных поверхностях ступеней кулачков токарного патрона. Выступающие цилиндрические части резьбовых опорных шпилек имеют такие размеры, которые обеспечивают установку в патроне токарного станка рассматриваемой заготовки с обеспечением подвода инструмента для обработки ее соответствующих поверхностей.

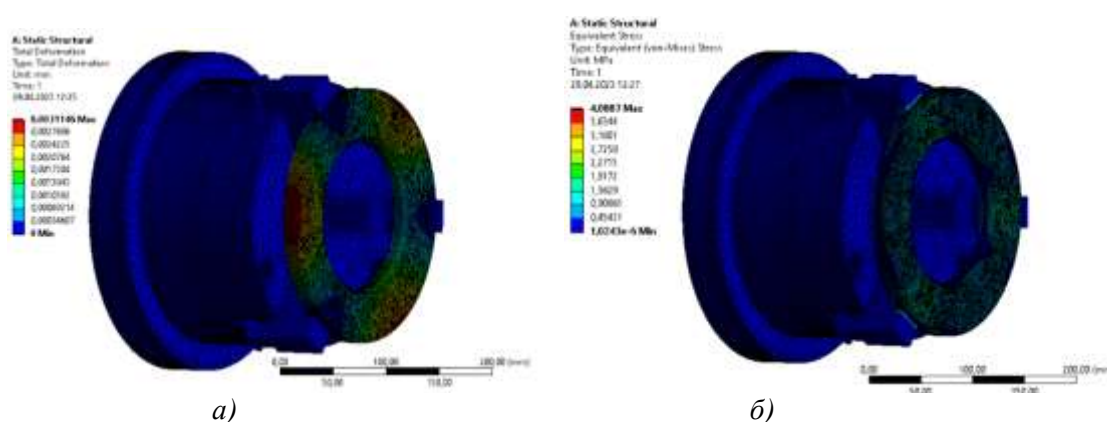
В материалах заявки на получение патента на полезную модель, приведены результаты опытной работы, которые подтвердили высокую степень точности базирования заготовки типа «диск» в кулачках токарного патрона, в которые вмонтированы резьбовые опорные шпильки. На рис. 1 показана одна из 10-ти фотографий – на заготовке диска выполняются замеры торцевого биения, при этом внутренний торец заготовки опирается на опорные шпильки кулачков.



**Рис.1. Изображение контроля торцевого биения диска, закрепленного в кулачках токарного патрона с базированием на опорные шпильки (фотография из комплекта фигур заявки на получение патента)**

В связи с тем, что опорные поверхности каждого из кулачков уменьшены в объеме резьбовыми отверстиями, появилась необходимость выполнения исследований

их прочности в сравнении с серийными кулачками. Описание двух фрагментов работы программы *Ansys Engineering Simulation Software* и соответствующие им фигуры с диаграммами показаны на рис. 2. На рис.2а показана эпюра прогибов исследуемой модели, когда заготовка прижимается к опорным шпилькам, в зоне кулачков их величина составляет 0,0003 мм, а в зоне заготовки 0,002 мм. Рис. 2б представляет эпюру напряжений, при этом максимальные напряжения в зоне кулачков 1,0243 Мпа, а в зоне заготовки 1,8172 Мпа. Полученные величины исследуемых параметров ничтожно малы. При опоре заготовки о торцевые поверхности ступеней кулачков величины исследуемых параметров примерно на 30% меньше. Результаты исследований и их апробация на практике показала возможность использования предлагаемого технического решения в производстве. Продолжением работы является разработка технологии изготовления мерных опорных шпилек с высотой опорной поверхности с точностью до микрометров в каждом комплекте, с постоянным крутящим моментом ввинчивания их в резьбовые отверстия кулачков.



**Рис. 2. Визуализация двух фрагментов исследований рассматриваемой модели «токарный патрон-заготовка»**

УДК 629.3.022

ПОДЛЕВСКИХ М. С., ПОПОВ Ф.И., КУЛАГИН А.Л.

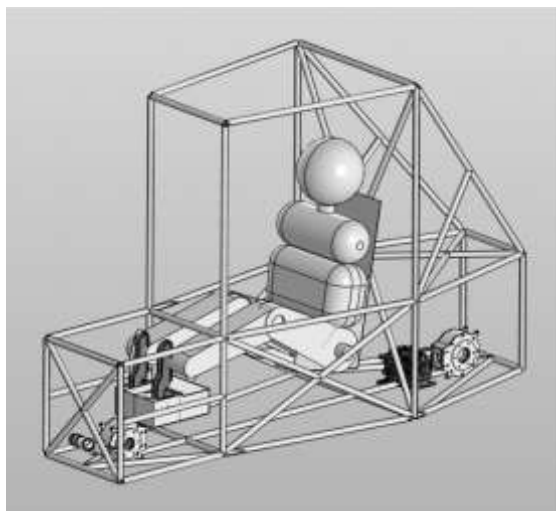
### **РАЗРАБОТКА КАРКАСА БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ВНЕДОРОЖНОГО СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «MINI WAJA»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ключевой целью каркаса безопасности является сохранение минимального жизненного пространства вокруг водителя. Каркас должен быть спроектирован и изготовлен таким образом, чтобы предотвратить нарушение целостности во время эксплуатации или при столкновении или опрокидывании.

Во время разработки и моделирования каркаса безопасности автомобиля обязательно соблюдение всех ограничений и условий регламента соревнований «Баха Россия» 2023 года. В данном регламенте четко прописаны все варианты реализации каждого из участков каркаса безопасности, способы соединений его элементов, требования к прочности и геометрии этих элементов. Например, элементы каркаса безопасности должны быть изготовлены из стальной холоднодеформированной бесшовной трубы и могут быть прямыми или изогнутыми.

Каркас безопасности должен быть разработан с расчетом на экстремальные условия эксплуатации автомобиля во время соревнований, а также выдерживать нагрузки от силовых агрегатов. Исполнение рамы может быть двух вариантов: усиленная сзади (капотная) и усиленная спереди (бескапотная). Нашей командой было принято решение создать каркас безопасности, усиленный сзади, так как в данном случае получается больше пространства для расположения силовой установки, включая систему полного привода, а также систему рулевого управления, тормозную систему и подвеску. Нам удалось разработать систему каркаса безопасности, без использования гибки труб (рис. 1). В таком случае, согласно регламенту, каркас должен быть выполнен с использованием технологии, предотвращающей деформации изгиба. Важной частью проектирования рамы является организация пространства пилота и компоновка органов управления. Конструкция автомобиля должна удовлетворять требованиям эргономики то есть комфортной посадке до 95-го перцентиля мужского и от 5-го перцентиля женского.



**Рис.1. Рама болида класса «MINI BAJA SAE»**

Водительское пространство должно обеспечивать минимально допустимое расстояние до каркаса безопасности и комфортную посадку водителя, надевшего всё необходимое снаряжение. В конструкцию рамы были добавлены дополнительные распорки, необходимые для увеличения жесткости и прочности каркаса, а также выполняющие роль дополнительных креплений для различных узлов.

На данный момент наша команда полностью разработала и смоделировала каркас безопасности автомобиля с учетом всех требований и ограничений регламента, и перешла на стадию

технологической подготовки элементов каркаса.

УДК 629.3.022

ПОПОВ Ф. И., КУЛАГИН А. Л., ПОДЛЕВСКИХ М. С.

## **РАЗРАБОТКА ПОЛНОПРИВОДНОЙ ТРАНСМИССИИ ДЛЯ ВНЕДОРОЖНОГО СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «MINI BAJA»**

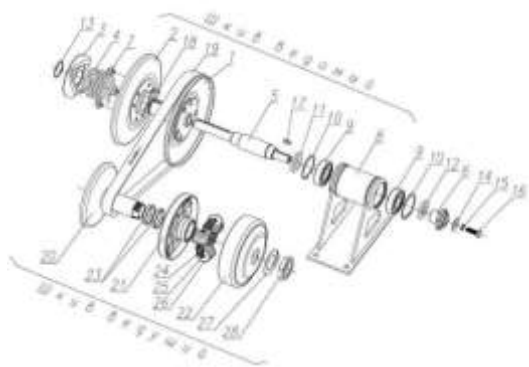
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В прошлом году в связи новым регламентом соревнований мы начали разработку собственной системы полного привода. Наша система будет состоять из заимствованного вариатора «Сафари» (рис. 1), цепной передачи, редуктора от мотороллера «Муравей» (рис. 2). Редуктор от мотороллера «Муравей» выполняет роль раздаточной коробки и собственных осевых редукторов (рис. 3).

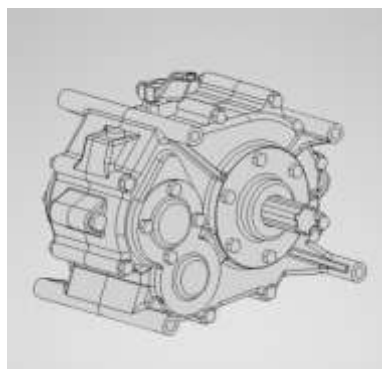
За год работы был спроектирован собственный осевой редуктор, включающий в себя дифференциал, заимствованный из заднего редуктора мотороллера «Муравей», и коническую пару от мотоцикла «Урал». Такое решение обусловлено доступностью деталей и не зависит от поставок импортных запчастей, что является большим плюсом в нынешней экономической ситуации. Корпус данного редуктора (рис. 4) будет изготовлен из металла и пластика, таким образом, получилось снизить массу данного редуктора на 5 кг. Внутри пластиковой части корпуса будут установлены металлические трубки в местах болтовых

соединений, это позволит увеличить жесткость данного корпуса, и предотвратит его геометрические искажения во время работы и сборки. Исходя из конструктивных особенностей нового осевого редуктора, возникла необходимость доработать внутренний ШРУС привода автомобиля «Ока», шлицевая часть которого будет заменена на шлицевую часть привода мотороллера «Муравей». Это решение позволит соединить ступицу колеса с редуктором, сохраняя достаточные углы поворота колеса и хода подвески, что важно в условиях данных соревнований.

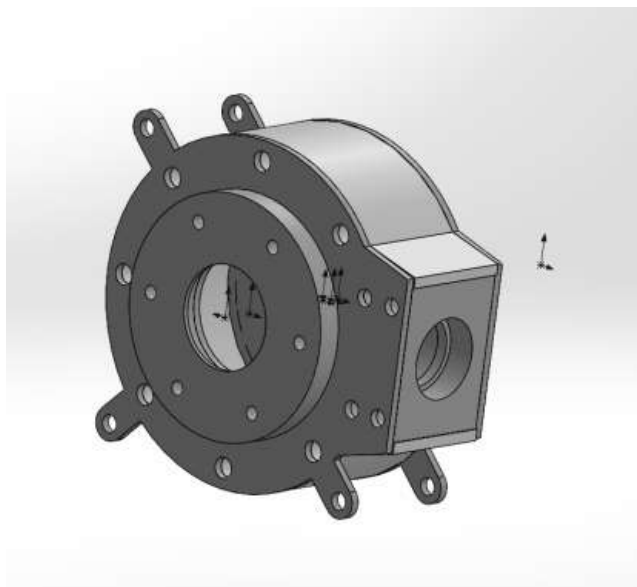
Также за прошедший год работы были проведены работы по компоновке элементов трансмиссии в каркасе безопасности, так чтобы данный узел соответствовал всем пунктам регламента и не мешал другим системам данного автомобиля. Этот этап проводился параллельно с проектированием рамы, разработкой рулевой системы и системы подвески. Наиболее сложным этапом оказалось разместить редуктор передней оси и карданный вал, так как в передней располагаются педальный и рулевой узлы, а карданный вал должен быть полностью отделен от зоны водителя. На данный момент мы занимаемся изготовлением деталей и сборкой данной трансмиссии.



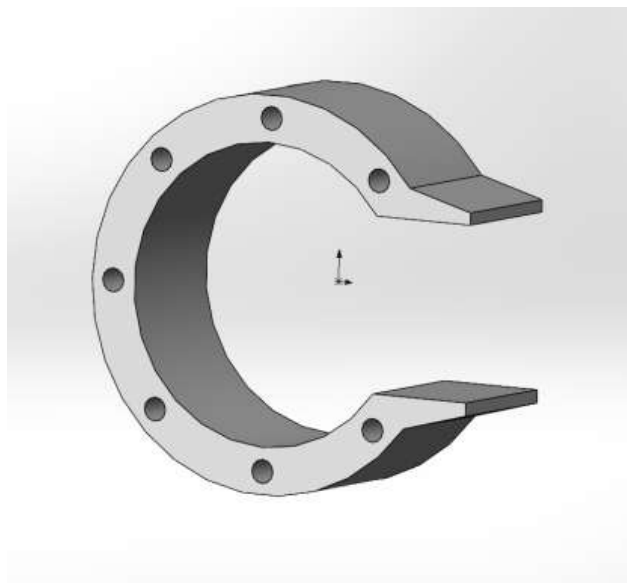
**Рис. 1. Вариатор «Сафари»**



**Рис. 2. Редуктор от мотороллера «Муравей»**



**Рис. 3. Осевой редуктор**



**Рис. 4. Корпус редуктора**



РЯБОВА Д.И., ВЛАСОВ Р.Р., ПОЛОНСКИЙ В.А., РЯБОВ С.А.

## **МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИИЗОЦИАНУРАТНЫХ ПЕНОПЛАСТОВ МАЛЫМИ КОЛИЧЕСТВАМИ КМУНТ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ**

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Пеноматериалы — это широкий класс материалов, которые характеризуются ячеистой структурой. Преимуществом полимерных пен является возможность получения большого количества продуктов с заданным набором свойств при изменении параметров структуры и морфологии частиц на основе одного исходного материала.

Полиуретановые пены состоят как минимум из двух фаз: твёрдого полимерного каркаса и газонаполненных ячеек, образующихся в результате взаимодействия изоцианата с водой [1].

В то же время возрастающий с каждым годом спрос на пены в качестве строительных, изоляционных и защитных материалов требует поиска эффективных решений для улучшения функциональных свойств полимеров.

Как известно, одной из важнейших характеристик пенопластов является достаточная огнестойкость, которой ПУР пены не обладают. Из всех способов улучшения термостойкости полиуретановых пенопластов можно выделить использование так называемых «полиизоциануратных» материалов, состоящих из цепочек полиизоцианурата и полиуретана.

Большей эффективности в отношении улучшения эксплуатационных характеристик жёстких пенопластов можно достичь при создании полимерных композиционных материалов с функционализированными углеродными нанотрубками в качестве наполнителя.

Таким образом, целью исследования являлось исследование функциональных свойств ПИР пенопластов, модифицированных небольшим количеством карбоксилированных многослойных углеродных нанотрубок.

В полученных композиционных пенопластах наблюдались значительные изменения морфологии структуры, т.е. происходило её упорядочивание, что способствовало уменьшению среднего размера ячеек. Как следствие, улучшались физико - механические характеристики образцов и существенно повышалась их стойкость к сжатиям.

Оценка горючести полученных пенопластов показала более высокую стойкость к возгораниям в присутствии открытого огня и быстрое прекращение горения при его отсутствии.

Результаты проведённых исследований показали значительное улучшение эксплуатационных свойств композиционных полиизоциануратных пен, их безопасности и высокой стойкости к воспламенению при использовании в различных отраслях промышленности.

### *Библиографический список*

1. D. Klemmner and K. C. Frisch, Handbook of Polymeric Foams and Foam Technology. New York : Hanser, 1991.
2. M. Modesti, V. Adriani, and F. Simioni, Polym. Eng. Sci. – 2000. – V. 40, Issue. . – P. 2046-2057.
3. Frisch, K.C., et al. // Journal of Cellular Plastics. – 1970. – V. 6. Issue 5. – P. 203-214.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БПЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время направления проектирования и разработки беспилотных летательных аппаратов набирают активные темпы роста. Немаловажной задачей при разработке БПЛА самолётного типа является уменьшение времени, которое занимает полный цикл сборки - от этапа изготовления деталей до готового изделия.

Целью реализованной работы была разработка максимально оптимизированной конструкции БПЛА, которая удовлетворяет требованиям Всероссийского конкурса авиационного творчества «СКАТ». Основываясь на данных, которые прописаны в техническом задании, был написан калькулятор расчёта при помощи САПР Mathcad. Результаты расчёта сформировали общие размеры изделия.

Исходя из полученных значений сформировался облик самолёта, но не его конструктивно-силовая схема. Используя САПР «Компас 3D», был спроектирован самолёт-носитель, конструкция которого позволяет выполнять сборку всего планера за достаточно короткое время.

КСС фюзеляжа представляет собой продольно-поперечный набор, состоящий из семи фанерных шпангоутов, двух фанерных нервюр, фанерной моторамы, пяти карбоновых реек и хвостовой карбоновой балки. Изготовление данных деталей производилось на лазерном ЧПУ станке. Время резки составило не более одного часа. Далее, при помощи цианоакрилатного клея выполнялось соединение всех деталей между собой. Используя хвостовую балку и карбоновые рейки в качестве базовых деталей, а плоскость стола в качестве базовой поверхности, сборка фюзеляжа (рис. 1) составила не более двух часов.

Конструкция крыла представляет собой набор, состоящий из обшивки, пеноплексовых нервюр и карбонового лонжерона, заложенного внутри них (рис.2). Обшивка выполнена из углеродной ткани толщиной 0,327мм и является в данном наборе несущим элементом. Её изготовление происходит внутри двух матриц с заложенной углеродной тканью, на которую наносится эпоксидная смола и отвердитель. Трудоемкость изготовления данного крыла оценивается в 4-6 часов при наличии матрицы. Оперение выполняется из тех же материалов, которые используются в фюзеляже. Время изготовления оперения также оценивается в 2-3 часа. Из всего сказанного можно сделать вывод, что проведённая по проектированию БПЛА технологическая адаптация позволила оптимизировать сборку планера при помощи разработки несложных деталей, с критериями минимальной механической обработки и использования актуальных способов прототипирования.



Рис.1. Изготовленный фюзеляж самолёта

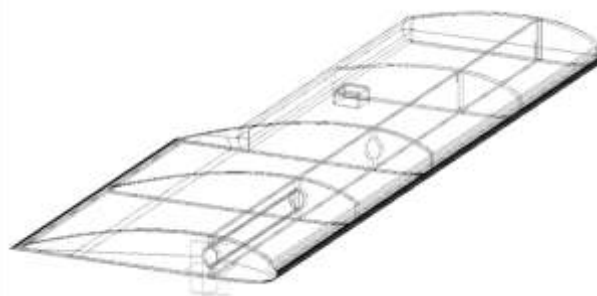


Рис.2. Консоль крыла самолёта

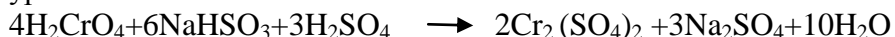
## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ХРОМОСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева

На сегодняшний день, с учетом тенденции ужесточения контроля надзорных органов к составу сточных вод промышленных предприятий, к вопросам очистки подобных сточных вод уделяют больше внимания. Процессы, связанные с диффузионным насыщением поверхности стальных изделий хромом (гальванические производства), неразрывно связан с образованием больших количеств хромосодержащих сточных вод. Данные хромосодержащие сточные воды в как правило характеризуются концентрациями Cr(VI) более 70 мг/л. Соединения Cr(VI) сильно токсичны, являются канцерогеном и представляют собой опасность для здоровья людей. Отведение высокотоксичных сточных вод содержанием Cr(VI) в городскую систему водоотведения (коллектор) недопустим.

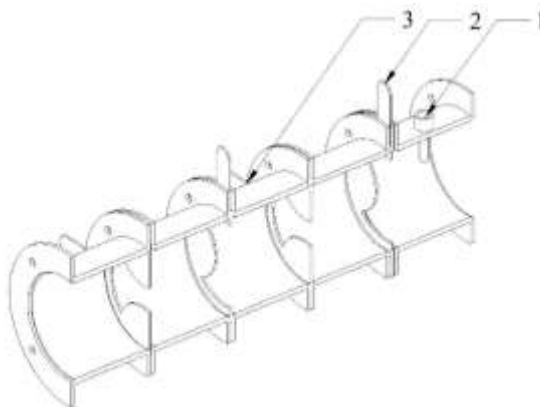
Очистка хромосодержащих сточных вод производится реагентным методом. Эффективным решением для снижения габаритов оборудования, по сравнению с установкой емкостей для обеспечения перемешивания реагентов, являются смесительные узлы.

Процесс очистки хромосодержащих сточных вод гальванического производства традиционно происходит с использованием бисульфита натрия (NaHSO<sub>3</sub>). Восстановление шестивалентного хрома Cr(VI) происходит в кислой среде. Реакция протекает согласно уравнению:



Одним из негативных факторов при протекании данной реакции является коррозионноактивность по отношению к смесительным узлам. Процесс восстановления данных узлов энергоресурсозатратен и требует долгосрочной остановки оборудования.

Для оптимизации процесса смешения реагентов и улучшение эксплуатационных характеристик, автором был разработан прототип блочного смесительного узла. Внешний вид смесителя представлен на рис.1.



**Рис.1 Блочный смеситель:**

1-клапан впрыска реагента; 2- съемный завихритель; 3- фланцевый блок

Для наибольшей эффективности процессов очистки хромосодержащих сточных вод, количество фланцевых блоков и съемных завихрителей может меняться в зависимости от скорости реакции. В ходе экспериментов было установлено, что максимальная эффективность достигается при скорости потока более 4,8(м/с) (ультразвуковой расходомер АКРОН-01, Россия). Тестовый образец, прошедший испытания на действующих очистных

сооружениях, помог снизить трудозатраты на ремонт вышедшего из строя оборудования на 90 %. Применение полимерных материалов позволило повысить срок службы до 80%.

УДК 542.06

СТЕПАНОВА Е.А., ПЕТУХОВ А.Н., ШАБЛЫКИН Д.Н., КУДРЯВЦЕВА М.С.

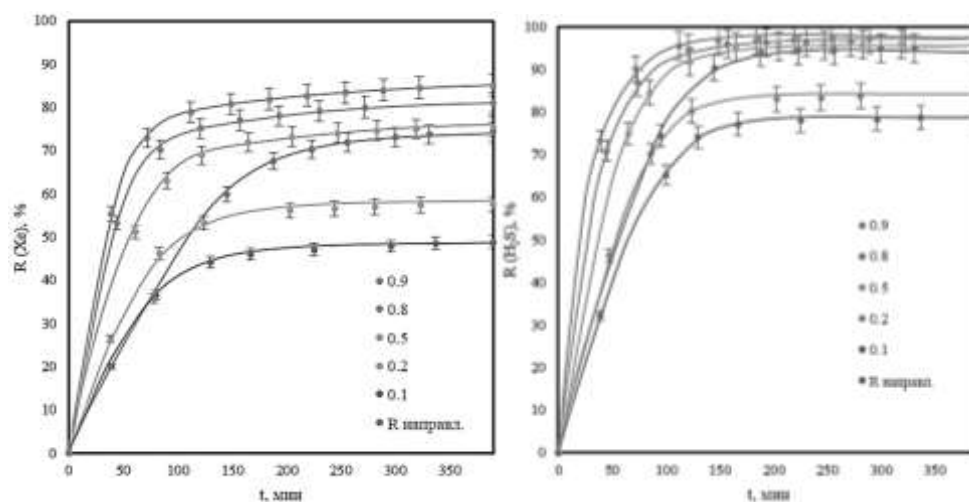
## **СРАВНЕНИЕ НАПРАВЛЕННОГО И НЕПРЕРЫВНОГО РЕЖИМА ГАЗОГИДРАТНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,  
Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И.  
Лобачевского

Метод газогидратной кристаллизации был предложен как альтернативный метод для переработки природного газа. Для образования газовых гидратов необходимы следующие условия: как правило, давление не ниже 2.5 МПа и температура около 275 К. Молекулы газа заключаются в кристаллический каркас, состоящий из молекул воды, удерживаемых с помощью лондоновских дисперсионных сил притяжения. Безусловно, это может оказывать негативный эффект при добычании природного газа, так как такие структуры создают так называемые «гидратные пробки», которые закупоривают диаметр трубы, перекрывая поток газа. Но данный процесс эффективен также для выделения компонентов из природного газа (например, ксенон или диоксид углерода).

Часть газовых молекул перейдет в газогидратную фазу, а часть останется в газовой фазе. Таким образом, происходит концентрирование компонентов, которое повысит эффективность извлечения нужных компонентов.

Мы исследовали два режима газогидратной кристаллизации: направленный и непрерывный. В качестве модельной смеси выступала приближенная к природному газу смесь со следующим составом:  $\text{CH}_4$  (75.677 мол.%) –  $\text{C}_2\text{H}_6$  (7.410 мол.%) –  $\text{C}_3\text{H}_8$  (4.534 мол.%) –  $n\text{-C}_4\text{H}_{10}$  (2.469 мол.%) –  $\text{CO}_2$  (5.396 мол.%) –  $\text{H}_2\text{S}$  (1.389 мол.%) –  $\text{N}_2$  (3.013 мол.%) –  $\text{Xe}$  (0.113 мол.%). Непрерывный процесс отличается от направленного тем, что газовая смесь подается в модуль непрерывно, тогда как в направленном режиме постоянный поток подачи отсутствует. Процессы проводились при температуре 280 К и давлении 4.25 МПа, так как это оптимальные условия образования газовых гидратов для рассматриваемой газовой смеси. На рисунке 1 представлены степени извлечения ксенона и сероводорода.



**Рис.1. Степени извлечения для ксенона и сероводорода**

При долях отбора 0.5, 0.8 и 0.9 степень извлечения в непрерывном режиме оказывается выше, чем в направленном: для Хе в первом случае на 1%, во втором – на 7 %, в третьем – на 10 %, а для H<sub>2</sub>S в первом случае – на 0.8%, во втором – на 1%, в третьем – на 2.5 %.

Таким образом, непрерывный режим газогидратной кристаллизации показывает себя более эффективным по сравнению с направленным, а также он более приближен к промышленному. Далее будут проводиться исследования по повышению эффективности процесса путем модификации установки мембранным модулем.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, грант №22-79-10222.

УДК 54.058

СТЕПАНОВА И. В., МОЧАЛОВ Г. М.

## **ГЛУБОКАЯ ОЧИСТКА ЦИКЛИЧЕСКИХ ПОЛИСИЛОКСАНОВ D<sub>4</sub>, D<sub>5</sub> МЕТОДОМ ДИСТИЛЛЯЦИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время полисилоксаны нашли широкое применение в медицине, косметике, военной техники, микроэлектронике и т.д. Востребованность связана с их уникальными свойствами: низкой температурой стеклования и текучести, термо- и морозостойкостью, низкой токсичностью, гидрофобностью, высокой гибкостью и сжимаемостью [1].

Из широкого перечня циклосилоксановых жидкостей для исследования были выбраны два вещества – октаметилциклосилоксан (D<sub>4</sub>) и декаметилциклосилоксан (D<sub>5</sub>). В настоящее время данные вещества являются перспективными материалами для оптики и оптоэлектроники. Базовым материалом в оптоэлектронике служит оксид кремния. В настоящий момент оксид кремния высокой чистоты получают окислением тетрахлорида кремния. Четыреххлористый кремний экологически опасен, а процесс его окисления сопровождается выделением большого количества хлора, что требует затратной утилизации. В связи с этим проблема замены тетрахлорида кремния менее опасным материалом является актуальной.

Циклические полисилоксаны D<sub>4</sub> и D<sub>5</sub> привлекают не только экологической безопасностью исходных материалов и отсутствием токсичных отходов в процессе получения диоксида кремния, но и тем, что из одной единицы массы исходного материала получается практически столько же диоксида кремния. В случае тетрахлорида кремния на единицу массы диоксида кремния перерабатывается тройная масса исходного сырья.

В данной работе рассмотрен дистилляционный метод глубокой очистки циклических полисилоксанов D<sub>4</sub>, D<sub>5</sub>.

В литературе практически отсутствуют сведения, как об эффективности дистилляционных методов очистки, так и о термической устойчивости циклических полисилоксанов D<sub>4</sub>, D<sub>5</sub>. В связи с этим на первом этапе было проведено исследование термической устойчивости жидкостей. С использованием эбуллиоскопического метода установлено, что жидкости сохраняют устойчивость вплоть до нормальной температуры кипения.

Экспериментальное изучение эффективности перегонки при пониженном и атмосферном давлении показало достаточную эффективность очистки от молекулярных примесей при применении противоточных вариантов дистилляционных методов. В случае очистки от примесей металлов простая перегонка показала высокую эффективность, что позволило получить продукт, пригодный для синтеза оптического кварца.

Работа выполнена в рамках государственного задания в области научной деятельности (тема № FSWE-2022-0008).

УДК 629.3.022

ТЮШОВ А.Ю., КУЛАГИН А.Л.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВНЕДОРОЖНОГО СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «MINI WAJA»**

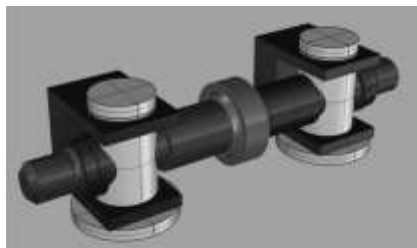
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В основе проектирования тормозной системы для автомобиля класса «Mini Waja» для межвузовских соревнований лежит инженерный подход. Необходимо с особой внимательностью отнестись к созданию каждого узла тормозной системы, поскольку она оказывает непосредственное влияние на безопасность и управляемость.

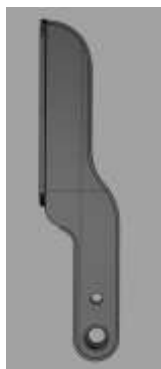
Особое внимание было уделено компоновке педального узла. Необходимо было определиться с расположением педалей: обе педали под правой ногой или педаль тормоза под левой, а газа – под правой. С одной стороны педальный узел с совмещенными педалями более привычен водителю: на автомобилях с автоматической коробкой передач на обе педали должна нажимать одна нога, а с другой – возникли трудности с размещением рулевого вала. Из-за его расположения между ног водителя проблематично установить обе педали сразу под правой ногой. В итоге было решено разместить педали под правой ногой, сделав сложный рулевой привод, состоящий не только из вала, но и из карданных приводов.

Согласно регламенту, в автомобиле должно быть два отдельных тормозных контура на передние и задние колеса. Чтобы равномерно распределить усилие педали между контурами нужен баланс-бар (рис.1) – подвижное соединение между тормозными цилиндрами и педалью тормоза. Баланс-бар реализуется через токарную обработку на основе высокопрочной стали класса прочности 12.9. Он имеет сложное строение, а также включает в себя: дистанционные втулки, подшипник и гайки. Вся система вместе с тормозными цилиндрами располагается внутри корпуса, спроектированного таким образом, чтобы ноге было наиболее комфортно.

Форма самой педали также постоянно претерпевала изменения. Изначально был спроектирован вариант с дизайнерской точки зрения (рис.2), но от него пришлось отказаться ввиду сложности изготовления (рис.3). Геометрические размеры педали были рассчитаны исходя из реализации необходимого давления для блокировки колес.



**Рис.1. Баланс-бар**



**Рис.2. Педаль старого образца**



**Рис 3. Боковой элемент новой педали**

При подборе подходящего суппорта учитывался диаметр поршней, количество поршней, геометрические размеры суппорта, его массу и способ крепления. Рассматривались несколько вариантов: суппорт от автомобиля ВАЗ-2101, суппорт от квадроцикла, а также от мотоцикла TTR-250. Поставленным требованиям удовлетворил суппорт от мотоцикла TTR-250, поскольку он компактный, легкий и может создать достаточное тормозное усилие.

Корпус педаального узла выполнены из стали толщиной 3 мм. При изготовлении элементов применена технология гидроабразивной резки. Чертежи необходимых элементов были отправлены на завод, а затем из готовых деталей будет сварен корпус и педали.

В сборе педаальный узел имеет небольшие габариты и массу, что положительно сказывается на комфорте управления и массе автомобиля. Из-за цельного корпуса он защищен от грязи, а также прост в установке.

УДК 629.3.022

ЮРОВ А. М., КУЛАГИН А.Л.

### **РАЗРАБОТКА ПОДВЕСКИ ДЛЯ ВНЕДОРОЖНОГО СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «MINI WAJA»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Во время разработки подвески первым и самым главным этапом, влияющим на последующие работы, является выбор принципа реализации данного узла. Один из оптимальных вариантов в формате текущего проекта – это создание данной системы под конкретный автомобиль по регламенту «Баха Россия 2023». Важно учитывать рельеф трассы и условия эксплуатации, особенности геометрии каркаса безопасности и желаемый ход подвески.

Изучив исполнение данной системы у других участников этого соревнования и заводские решения в классе автомобилей багги, появилось несколько вариантов исполнения передней и задней подвески. Одно из решений - это унификация геометрии всех рычагов и поворотных кулаков. Это позволяет ускорить процесс моделирования и дальнейшего создания этих элементов.

Поворотный кулак (рис.1) состоит из стальных пластин (вырезанных гидроабразивной резкой и объединенных при помощи сварного соединения) и цилиндрической обоймы, необходимой для установки и фиксации ступичного подшипника. Эта конструкция обладает достаточной прочностью, простотой сборки и наименьшими экономическими затратами.



**Рис. 1. Поворотный кулак**



**Рис.2. А-образный рычаг**

Для соединения поворотного кулака и рычагов подвески было рассмотрено несколько вариантов, таких как шаровая опора и шарнирное соединение (ШС). Шаровая опора имеет большие углы работы, что обеспечит достаточный ход подвески, прочные элементы крепления, а также защиту от грязи и пыли, это необходимо для данного автомобиля. В качестве направляющего элемента подвески выступает А-образный рычаг (рис. 2). Такой тип рычага выбран из-за простоты геометрии, и минимальной трудоемкости сборки и меньшими финансовым затратам на его изготовление. В качестве подвижных элементов для крепления рычага целесообразно использовать сайлентблоки. Это обусловлено тем, что они меньше подвержены воздействию грязи и пыли, по сравнению с ШС.



# **БУДУЩЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ НАУКИ**

***Сборник материалов  
XXII Всероссийской молодежной  
научно-технической конференции,  
посвященной 125-летию  
Нижегородского государственного  
технического университета им. Р.Е. Алексеева***

Редакторы: О.В. Пугина

Компьютерный набор Е.Ю. Крюкова, М.В. Трушкина

Подписано в печать 18.05.2023. Формат 60 x 84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>.  
Бумага трафаретная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 114,5  
Тираж 50 экз. Заказ

---

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Типография НГТУ.

Адрес полиграфического предприятия:  
Нижний Новгород, ул. Минина, 24.