

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Министерство образования, науки и молодежной политики 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  
XXI Всероссийской молодежной  
научно-технической конференции,  
посвященной 105-летию  
Нижегородского государственного  
технического университета им. Р.Е. Алексеева*

---

---

*Нижний Новгород, 27 мая 2022 г.*

Нижний Новгород 2022

**УДК 62**  
**ББК 30**  
**Б 903**

**Будущее технической науки:** сборник материалов XXI Всероссийской молодежной научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2022. – 500 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, В.С. Макаров, Е.В. Бычков, А.Е. Жуков, В.И. Казакова, О.А. Казанцев,**  
**В.А. Козырин, В.Е. Колотилин, И.Л. Лаптев, М.А. Легчанов,**  
**Т.Л. Михайлова, Н.А. Мурашова, В.И. Поздяев, Е.Н. Соснина, В.П. Хранилов**

**ISBN 978-5-502-01555-4**

© Нижегородский государственный  
технический университет  
им. Р.Е. Алексеева, 2022

Оргкомитет XXI Всероссийской молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки», посвященной 105-летию Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, приветствует всех участников в стенах Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. Ежегодно проводимая конференция собирает для обмена опытом сотни молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов.

XXI Всероссийская молодежная научно-техническая конференция «Будущее технической науки» в 2022 г. посвящена 105-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.

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.

Оргкомитет

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>История науки и техники в лицах</b> .....	5
<b>1. Радиоэлектроника и информационные технологии</b> .....	7
1.1. Радиоэлектронные системы и устройства.....	7
1.2. Конструирование и технология радиоэлектронной аппаратуры.....	29
1.3. Телекоммуникации.....	42
1.4. Информационные технологии.....	48
1.5. Техническая кибернетика.....	69
<b>2. Электроэнергетика</b> .....	93
2.1. Автоматизация систем электрооборудования.....	93
2.2. Эффективность систем электроэнергетики.....	109
2.3. Преобразователи параметров электрической энергии.....	128
<b>3. Машиностроение</b> .....	132
<b>4. Наземные транспортные средства и транспортно-технологические комплексы</b> .....	152
4.1. Конструирование наземных транспортных средств.....	152
4.2. Эксплуатация наземных транспортных средств.....	157
4.3. Автотракторные двигатели внутреннего сгорания.....	242
4.4. Строительные и дорожные машины.....	251
<b>5. Морская, авиационная техника и кораблестроение</b> .....	263
5.1. Кораблестроение и авиационная техника.....	263
5.2. Энергетические установки.....	292
5.3. Прочность, надежность и ресурс конструкции.....	294
<b>6. Материаловедение, металлургия и заготовительные производства машиностроения</b> .....	300
<b>7. Физика ядерных и волновых процессов, технологии установок</b> .....	322
7.1. Ядерная энергетика.....	322
7.2. Физика волновых процессов.....	337
<b>8. Промышленная биотехнология и биоинженерия</b> .....	346
<b>9. Химия, химические технологии и нанотехнологии</b> .....	356
<b>10. Приборостроение и автоматизация технологических процессов</b> .....	384
<b>11. Экономика, менеджмент и инновации</b> .....	395
<b>12. Математическое моделирование геофизических процессов</b> .....	411
<b>13. Научное общество учащихся</b> .....	416
<b>14. Коммерциализация инновационных проектов (УМНИК)</b> .....	435
<b>15. Философско-методологические проблемы технoзнания</b> .....	456
<b>16. Студенческие инженерные проекты</b> .....	476

---

---

# ПРОМЫШЛЕННЫЙ НИЖНИЙ. ИСТОРИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ В ЛИЦАХ

---

УДК 001:167

КАЛЯШИНА А.А., МЯЛКИН И.В.

## ОТЕЦ РУССКОЙ МЕТАЛЛОГРАФИИ - Д. К. ЧЕРНОВ

Выксунский филиал НИТУ «МИСиС»

С давних времён люди знали о том, что нагрев и охлаждение металла различными способами изменяют его свойства. После систематизации данных о свойствах, составах и температурах, главным инструментом металлослов является диаграмма состояния. Самым распространённым сплавом в современном мире является сталь. Практически все знания, которыми обладают металлословы в сфере сплавов железа с углеродом, были получены Дмитрием Константиновичем Черновым.

Дмитрий Константинович родился в Санкт-Петербурге в 1839 году. Окончив Санкт-Петербургский технологический практический университет, он остался работать в нём преподавателем. В 1868 году молодой инженер получил предложение от руководства Обуховского сталелитейного завода. Дмитрию Константиновичу поручили установить причину брака пушек, некоторая часть из которых выходила из строя после первого же выстрела. Чернов погрузился в решение поставленной задачи и пришёл к выводу: «дело в термической обработке». Поскольку определить температуру при помощи точных приборов было невозможно, то температуру стали определяли по цвету. Учёный заметил, что перед поковкой слитки имеют различный цвет.

После установления оптимального дляковки цвета стали Чернов выдвинул гипотезу о том, что существуют некоторые критические точки, превышение или недостаток которых в температурном эквиваленте резко изменяет свойство материала. Учёный считал, что температура этих точек зависит от содержания углерода в стали. Так, проведя очень много экспериментов, Чернов графически изложил зависимость температур критических точек от содержания углерода. Графическое изображение получило название «диаграмма состояния сплавов железо-углерод», а температуры превращений до сих пор называют критическими точками Чернова. Труды Дмитрия Константиновича и по сей день выступают основой для теории термической обработки сталей.

Помимо диаграммы состояния учёный также предложил такие термины, как «твёрдый раствор» и «центр кристаллизации». Было у него ещё одно увлечение – коллекционирование кристаллов. Жемчужиной его коллекции был стальной кристалл длиной 39 см, который был случайно найден в куче лома на дворе одного из английских заводов. Стальной кристалл имел дендритную структуру и вес почти 3,5 кг.

Очень сложно перечислить все достижения Дмитрия Константиновича. Чернов был почётным членом научных и инженерных сообществ во многих европейских государствах, преподавал теорию термической обработки в военных учебных заведениях. На основе его достижений до сих пор производятся новые виды продукции чёрной металлургии.

Умер Дмитрий Константинович в Ялте в 1921 году. На его могиле написано «Отец металлографии, провозвестник и глава новой школы металлургов». В честь Чернова названы улицы и премии, ему установлены памятники и бюсты.

### *Библиографический список*

1. Пятидесятилетний юбилей С.-Петербургского практического технологического института.. — СПб.: тип. Имп. Акад. наук, 1879.
2. **Гумилевский, Л.И.** — М.: Молодая гвардия, 1944. — 63 с. — (Великие русские люди).
3. **Чернов, Д.К.** (1839—1921) // Люди русской науки. / Сост. и ред. И. В. Кузнецов. — М.-Л.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1948. — Т. 2. — 554 с.
4. Гольцов В.А., Гольцова Л.Ф., Котельва Р.В. К 150-летию выдающегося открытия великого русского ученого и инженера Дмитрия Константиновича Чернова. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.info-rae.ru/k-150-letiyu-vydayushhegosya-otkrytiya-velikogo-russkogo-uchenogo-i-inzhenera-dmitriya-konstantinovicha-chernova/>

# СЕКЦИЯ 1

---

## РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

---

### Подсекция 1.1

---

#### Радиоэлектронные системы и устройства

---

УДК 621.376.6

БЕЛЯКОВ А.А., КУЗНЕЦОВ С.Е., ПЛУЖНИКОВ А.Д.

#### ОБРАБОТКА СИГНАЛА СО СТУПЕНЧАТОЙ ЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ В АВТОМОБИЛЬНОМ РАДАРЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Вопрос относительно использования радаров и радарных систем в автомобилях и других транспортных средствах был актуальным уже в XX веке. Естественно, первоочередной задачей таких систем стало предотвращение дорожно-транспортных происшествий. Для этого необходимо реализовать быстрое и точное измерение дальности, радиальной скорости и азимута нескольких объектов одновременно. Для достижения такой цели оказывается необходимым предъявить достаточно высокие требования к разрешающей способности по измеряемым параметрам. Если показатели разрешения по азимуту (как и по иной угловой координате) определяются параметрами антенной системы, то для удовлетворения требований к разрешению по дальности и радиальной скорости нужно осуществить рациональный выбор зондирующего сигнала.

В связи с указанными соображениями оказывается целесообразным выбор непрерывного зондирующего сигнала с частотной модуляцией [1]. Для решения рассматриваемых задач широко применяют линейно частотно модулированный (ЛЧМ) сигнал при достаточно быстром периодическом изменении частоты. Однако при использовании такого зондирующего сигнала в сочетании с традиционной обработкой, измерением дальности на основе измерения запаздывания принимаемых сигналов и при реальных параметрах автомобильного радара появляются два существенных недостатка:

- неоднозначность выполняемых измерений;
- необходимость достаточно высокой частоты дискретизации принимаемых сигналов в процессе их аналого-цифрового преобразования, что приводит к неоправданному удорожанию аппаратных средств.

Для устранения недостатков нами анализировались возможности использования фазового метода измерения дальности и ступенчатой ЛЧМ (частотной манипуляции) [2] в сочетании с дискретизацией принимаемых сигналов на разностной (доплеровской) частоте, т.е. после такого преобразования частоты принимаемых сигналов вниз, при котором частота гетеродина совпадает с меняющейся частотой излучения. Исследовано также излучение

сигнала с ЛЧМ-участками при ступенчатом изменении средней частоты у этих участков. Математическое моделирование средствами MATLAB для случая большого количества объектов в зоне действия локатора показало предпочтительность первого варианта: во втором варианте неоднозначность измерений приводит к регистрации ложных объектов.

Недостатком предпочтительного варианта является понижение точности измерений (фазовых) при малом отношении сигнал-шум. Поэтому соответствующий выбор сигнала можно рекомендовать для некоторого дополнительного режима, в частности, для устранения неоднозначности измерения скорости в радаре с упоминавшимся ЛЧМ сигналом и быстрой перестройкой частоты.

### ***Библиографический список***

1. **Heuel, S.** Radar Waveforms for A&D and Automotive Radar. Rohde & Schwarz White Paper Nr.1MA239\_0e1, 2015. 19 p.
2. **Rohling H., Meinecke M.** Waveform design principles for automotive radar systems 2001 CIE International Conference on Radar Proceedings (Cat No.01TH8559), 2001, pp. 1-4.

УДК 621.372.543

ГРЕЧАНЮК Д. А., БАРАНОВ В.В.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МАЛОГАБАРИТНОГО ФИЛЬТРА НА КОАКСИАЛЬНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ РЕЗОНАТОРАХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Аналоговые фильтры являются важнейшим элементом приемо-передающих устройств, которые определяют такую характеристику как избирательность приемника, а также влияют на чувствительность приемного устройства. Очевидно, что традиционные фильтры с сосредоточенными элементами и волноводные фильтры СВЧ не подходят для ряда решений, используемых в современной технике, требующей компактных и недорогих реализаций устройств. Фильтры с хорошими рабочими параметрами и небольшими размерами необходимы для повышения общих характеристик систем при одновременном снижении стоимости производства. Резонаторные фильтры линии передачи чрезвычайно полезны при разработке полосовых и режекторных фильтров. Последние достижения в керамических материалах позволяют добиться хороших характеристик фильтров на керамических коаксиальных резонаторах (ККР) [1], которые обладают малыми размерами и невысокой стоимостью. Эта технология широко используется в различных системах радиоэлектроники благодаря выгодному сочетанию их характеристик. В работе [2] рассмотрены методы расчета параметров фильтров на ККР и различные варианты реализации этих фильтров.

Целью данного исследования является разработка СВЧ фильтра на ККР в диапазоне частот 2.2-2.3 ГГц. В ходе работы была рассмотрена реализация полосового фильтра с коаксиальным керамическим резонатором 4-го порядка. Для реализации фильтра была использована схема резонатора с емкостной связью [2]. 3D-модель всего фильтра была создана с помощью CST Microwave Studio. Электромагнитное моделирование, проведенное на схеме, было необходимо для определения точных параметров ККР, значения емкостей связи, необходимых для определения рабочей частоты и требуемой полосы пропускания, и для обоснования использования металлического корпуса.

По результатам моделирования изготовлен макет фильтра. Измерения, проведенные на макете, показали хорошее совпадение электрических параметров фильтра с результатами, полученными при моделировании. Таким образом, метод разработки ККР с использованием



электродинамического моделирования обладает высокой эффективностью и позволяет добиться хорошего совпадения результатов с практической реализацией.

**Таблица 1. Результаты**

Параметры	Теоретический расчет	Моделирование	Макет
Диапазон частот	от 2,2 ГГц до 2,3 ГГц	от 2,2 ГГц до 2,3 ГГц	от 2,2 ГГц до 2,3 ГГц
Резонансная частота	2,25 ГГц	2,25 ГГц	2,25 ГГц
Вносимые потери	<2 дБ	-0,365 дБ	-1,3438 дБ
Обратные потери	≤ -15 дБ	от -20 дБ до -27 дБ	от -24,456 дБ до -25,571 дБ

**Библиографический список**

1. **Миргород, Ю.С.** Малогабаритные керамические СВЧ фильтры //Актуальные проблемы энергетики. – 2017. – С. 588-592.
2. **Hunter, Ian** Theory and design of microwave filters. – The Institution of Engineering and Technology, London, United Kingdom. 2001. – 368 p.

УДК 621

ДУРЯГИНА М.С., ЛУЦЕНКО М.А.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МИМО АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО РАДАРА НА ЧАСТОТЕ 76.5 ГГц**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При проектировании современных автомобильных радаров широко используется технология МИМО (от англ. «multiple-input» - много входов, «multiple-output» - много выходов), которая позволяет при сохранении направленных свойств антенны уменьшить количество физических каналов, что является важным с точки зрения соотношения цена-качество.

Целью данного исследования является сравнение направленных свойств МИМО-решетки и ФАР (фазированная антенная решетка) в зависимости от их параметров, при применении в качестве антенной системы автомобильного радара.

Задачами исследования являются: 1) изучение существующих способов проектирования антенных решеток; 2) теоретический расчет потенциальной точности измерения угловых координат; 3) разработка и электродинамическое моделирование топологии антенной решетки в САПР.

Методы исследования: 1) теоретические расчеты основанные на методах теории оценивания; 2) виртуальная антенная МИМО-решетка [1].

Практическая часть исследования заключалась в том, чтобы смоделировать и получить ДН (диаграмма направленности) для МИМО-решеток и ФАР. Были заданы следующие начальные условия: 1) количество физических элементов решеток  $N=6$ ; 2) длина волны  $\lambda=0.004$  м; 3) шаг решетки  $d=0.002$  м.

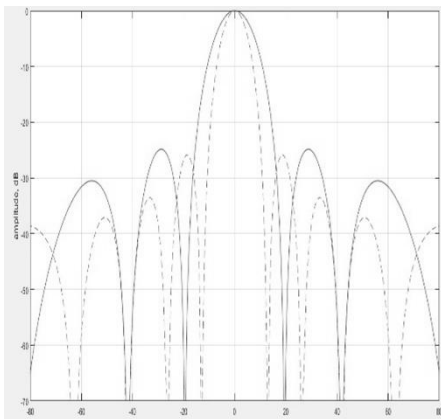


Рис. 1. ДН для ММО и ФАР

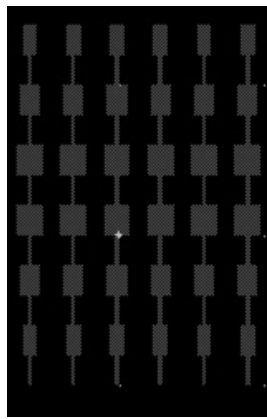


Рис. 2. Топология ФАР

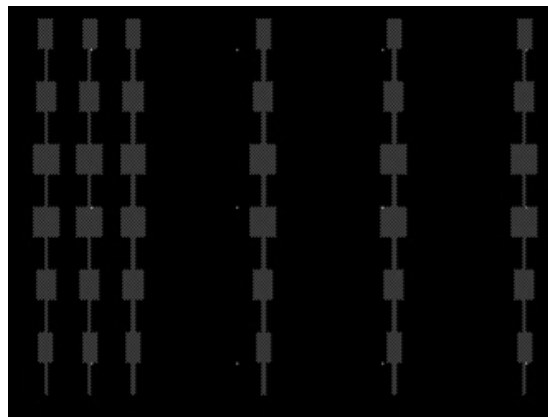


Рис. 3. Топология ММО-решетки (справа передающие элементы, слева приёмные)

Для уменьшения уровня боковых лепестков для обоих типов решетки использовалось весовое окно Хэмминга.

Из приведенных графиков можно сделать следующие выводы: 1) при одинаковом количестве физических каналов для ММО-решетки ДН по уровню -3дБ уже в 1.4 раза, чем ДН ФАР, что означает пропорциональное повышение углового разрешения и точности измерения координат; 2) уровень боковых лепестков, соответствующий случаю полной взаимной развязки передающих и приёмных каналов, без учета амплитудных и фазовых флуктуаций каналов, при использовании весового окна Хэмминга составляет  $\sim (-40 \text{ дБ})$ ; 3) Уменьшение ширины ДН обеспечивает лучшую пространственную избирательность и помехоустойчивость радара.

Выводы: при одинаковом количестве физических каналов ММО решетка позволяет получить выигрыш в разрешающей способности в сравнении с ФАР. Произведено электродинамическое моделирование элементов топологии антенной решетки в системе ADS, достигнуто согласование на центральной частоте 76,5 ГГц. Оптимизация модели позволила достичь значения КСВн 1.5.

1. **Черняк, В.С.** О свойствах ММО РЛС с разреженными антенными решетками. – М. Успехи современной радиоэлектроники, 2017.

УДК 621

ЗАХАРКИНА Е.И.

## АНАЛИЗ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ В ВИБРОВИСКОЗИМЕТРИЧЕСКОМ ДАТЧИКЕ

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

Объектом для анализа свободных колебаний является вибровязкозиметр, созданный в УФИРЭ им. В.А. Котельникова для исследования вязкости многокомпонентных растворов. Чувствительная (колебательная) масса подвешена на капиллярах.

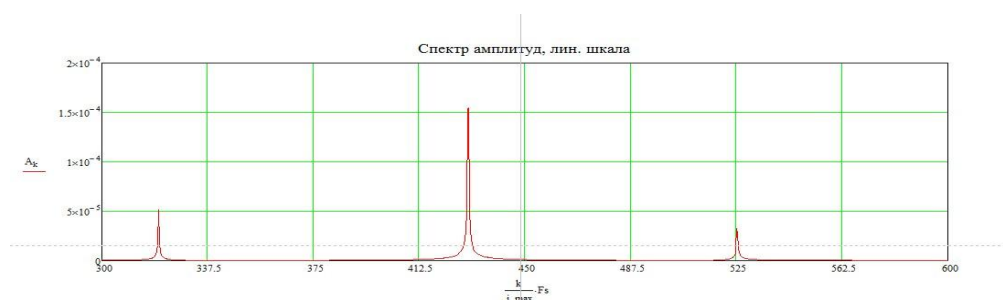
Система возбуждения построена на основе пьезодвигателей, которые запитываются напряжением с нужной частотой. Численно она равна собственной частоте колебаний. Плоскость колебаний перпендикулярна плоскости, которую образуют трубки. Одна трубка выступает активатором, вторая – сенсором. Колебания трубки снимаются пьезодатчиком и

представляют собой электрический заряд, который находится в прямой зависимости от амплитуды колебаний, которая, в свою очередь, пропорциональна вязкости.

С точки зрения теоретической механики, колебательная система, состоящая из нескольких звеньев, очень сложно поддается правильному и достоверному теоретическому расчету. В связи с этим для проведения более точных расчетов используем САПР Mathcad.

На начальном этапе проектирования необходимо выполнить анализ свободных колебаний частей системы. Для создания этих колебаний достаточно отклонить от положения равновесия любой элемент системы. Колебания представляют собой набор гармоник и для выделения собственной частоты необходимо провести спектральный анализ данных сигналов. Это позволит оценить спектр свободных колебаний.

Такой сложный вид гармонических колебаний связан с особенностями расчета, сканирование по широкому спектру резко увеличивает время расчёта. Широкий диапазон обусловлен отсутствием достоверных данных о частотных характеристиках объекта. Для упрощения спектра используем классическое преобразование Фурье (рис. 1). Максимумы (пики) – это частоты гармоник собственных колебаний частей системы.



**Рис. 1. Преобразование Фурье (линейная шкала)**

Для определения соответствия каждого резонансного пика определенной части системы в модели производилось изменение массы с последующим анализом частотного смещения собственных гармоник после преобразования Фурье. По результатам моделирования установлено, что собственная частота зонда - 320-335 Гц. Частота пьезодвигателя - 425-445 Гц.

Конечным результатом эксперимента является сравнение полученной модели свободных колебаний с экспериментальными данными. Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод о том, что экспериментальные данные и данные, полученные в процессе моделирования, в большей степени соответствуют, но также наблюдаются расхождения у некоторых жидкостей, т.к. их физические свойства находятся в прямой зависимости от температуры, влажности, что нельзя учесть при моделировании.

УДК 621.372.62

КИРИЛЛОВА М.Р., РАЕВСКАЯ Ю.В.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ШИРОКОПОЛОСНОГО СВЧ УСТРОЙСТВА В МИКРОПОЛОСКОВОМ ИСПОЛНЕНИИ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ОТВЕТВИТЕЛЯ ЛАНГЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Цель настоящей работы заключалась в моделировании пассивного СВЧ устройства на основе модифицированной модели направленного ответвителя Ланге с повышенными требованиями к широкополосности. Благодаря своим свойствам это устройство широко применяется в радиоизмерительной аппаратуре не только как самостоятельный компонент, но и входит в состав других устройств, таких как двойные балансные смесители, умножители частоты

ты, двухтактные усилители, фазовращатели, антенны и многие другие [1].

Производительность каждого отдельного компонента, входящего в состав конечной аппаратуры, вносит вклад в общую производительность полного устройства. Одновременно, с каждым годом к характеристикам современной аппаратуры предъявляются все более строгие электрические, геометрические и экономические требования, поэтому разработка дизайна ответвителя Ланге является актуальной задачей на данный момент.

К моделируемой конструкции предъявлялся определенный набор технических требований: диапазон частот – 4-26 ГГц, неравномерность АЧХ –  $\pm 1$  дБ, возвратные потери  $< -10$  дБ, разность фаз –  $90^\circ \pm 5^\circ$ , предпочтительные материалы – поликор ( $\epsilon=9.8$ ;  $\text{tg}\delta=0.001$ ); кварц ( $\epsilon=3.9$ ;  $\text{tg}\delta=0.0001$ ); Rogers RO3003 ( $\epsilon=3$ ;  $\text{tg}\delta=0.001$ ) на стандартных толщинах подложек. Печатную плату для разрабатываемой конструкции возможно реализовать методом травления с использованием РСВ-технологии (Printed Circuit Board), учитывая при этом производственные ограничения на размеры проводников и зазоров.

Стандартные конструкции ответвителя Ланге [2] заведомо не позволяют достичь требуемых характеристик. Привлекательной с точки зрения достижения широкополосности является конструкция ответвителя Ланге на подвешенной подложке с дополнительными областями связи и компенсирующими шлейфами [3].

В ходе разработки ответвителя различные модификации использовались и оптимизировались отдельно и в комбинации друг с другом, в результате чего заданных требований удалось достичь для стандартной топологии самого ответвителя, но с вырезанным участком металла в тонком слое земли в области связи ответвителя. В качестве подложки использовалась подложка стандартной толщины 0.508 мм производителя Rogers серии 3003 с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon=3$  и тангенсом угла потерь  $\text{tg}\delta=0.001$ . Моделирование проводилось в САПР CST Microwave Studio.

Полученные характеристики: рабочий диапазон частот – 4.4...26.1 ГГц с неравномерностью  $\pm 1$  дБ, коэффициент отражения ниже -11 дБ, разность фаз в выходных плечах –  $90^\circ \pm 3^\circ$ . Все технические требования удовлетворены.

Для приближения модели к более реальным внешним условиям в докладе приводятся результаты моделирования для экранированной модели ответвителя, а также сравнение характеристик устройства при подключении идеального и реального 50-тиомных резисторов к изолированному плечу. Экранирование имитировалось в первом варианте в виде тонкого алюминиевого экрана, а во втором – при помощи переходных отверстий по периметру топологии ответвителя. Резистор подключался в разделе Schematic используемого САПРа как «.s2p-файл», содержащий измеренные S-параметры резистора, скаченные с сайта производителя. Выявлено, что экранирование не меняет уровень полученных характеристик, но приводит к возникновению осцилляций S-параметров. А использование реального резистора показало, что форма (тренд) характеристик сохраняется, но происходит деградация уровня характеристик на 1-2 дБ, поэтому перед изготовлением ответвителя потребуется узнать точную модель резистора для подстройки топологии ответвителя.

### ***Библиографический список***

1. **Веселов, Г.И.** Микроэлектронные устройства СВЧ: учебное пособие для М59 радиотехнических специальностей вузов / [Г.И. Веселов и др.] // под ред. Г.И. Веселова. – М.: Высш. Шк., 1988. – 280 с.
2. **Xuanke H., Manos M.T.** Inkjet Printed Lange Coupler for Antenna Systems // IEEE Trans., 2019; doi:10.1109/apuscursinrsm.2019.8889138.
3. **Белоусов, А.А.** Направленный ответвитель диапазона 3-18 ГГц / А.А. Белоусов, Т.В. Старинова // Обмен опытом в области создания сверхширокополосных радиоэлектронных систем: сб. статей. – Омск, 2020. – С. 19-26.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ШИРОКОПОЛОСНОГО СВЧ СИММЕТРИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА В МИКРОПОЛОСКОВОМ ИСПОЛНЕНИИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ МОСТА МАРШАНДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время одной из тенденций развития радиоэлектронной аппаратуры, предназначенной для приема и передачи информации, является смещение несущей частоты радиосигналов в область сверхвысоких частот (СВЧ), уменьшение габаритов, массы и стоимости аппаратуры. Это приводит к ужесточению требований к элементной базе и усовершенствованию дизайнов конструкций.

Проектирование СВЧ-узлов радиоэлектронной аппаратуры от разработки принципа их построения до технической реализации представляет собой многоэтапный процесс. В настоящее время одним из важнейших этапов проектирования является математическое моделирование устройства [1], которое производится с помощью известных пакетов автоматизированного проектирования, таких как Microwave Office, COMSOL Multiphysics, HFSS, CST-Studio и др.

Настоящее исследование преследует задачу разработать симметрирующий трансформатор на основе моста Маршанда, как ключевой малогабаритный пассивный компонент различных радиоэлектронных устройств. Он входит в состав двойных балансных смесителей, фазовращателей, умножителей частоты, двухтактных усилителей, бортовых устройств, антенн, а также используются и как самостоятельное устройство.

К моделируемой конструкции предъявлялся определенный набор технических требований: диапазон частот – 5-26 ГГц, неравномерность АЧХ –  $\pm 1$  дБ, возвратные потери < -10 дБ, разность фаз –  $180^\circ \pm 5^\circ$ , предпочтительные материалы – поликор ( $\epsilon=9.8$ ;  $\text{tg}\delta=0.001$ ); кварц ( $\epsilon=3.9$ ;  $\text{tg}\delta=0.0001$ ); Rogers RO3003 ( $\epsilon=3$ ;  $\text{tg}\delta=0.001$ ) на стандартных толщинах подложек. Самое труднодостижимое среди них – это широкополосность, так как стандартные модели балуна Маршанда заведомо не позволяют достичь таких рабочих диапазонов частот.

Разрабатываемую конструкцию предполагается выполнить в микрополосковом исполнении, так как это решение является очень компактным. Но при такой имплементации возникают значительные трудности, в том числе технологические. Исследование показало, что уменьшение зазоров и проводников в области связи устройства (фактически увеличение коэффициента связи) напрямую влияет на достижение широкополосности. Но производственные ограничения на минимальные размеры проводников и зазоров, а также стандартные толщины подложек и строгий список возможных материалов подложки с определенными диэлектрическими проницаемостями существенно усложняют задачу.

Моделируемая конструкция балуна Маршанда [2] состояла из первичной линии (средний проводник), соединенной ребром со вторичной линией (внешними проводниками) по обоим краям вместо одного, что увеличивает коэффициент связи. Разомкнутый конец первичного проводника обеспечивал согласование входа во второй частотной точке и позволял сделать характеристики широкополосными. Выбранные для моделирования материалы и размеры: подложка – Rogers RO3003 толщиной 0.254 мм ( $\epsilon=3$ ,  $\text{tg}\delta=0.001$ ). Моделирование проводилось в САПР CST Microwave Studio.

В результате моделирования и оптимизации размеров балуна Маршанда в программном пакете были получены следующие характеристики: рабочий диапазон частот – 7...23.5 ГГц с неравномерностью  $\pm 1$  дБ, коэффициент отражения ниже -10.5 дБ, разность фаз в выходных плечах –  $180^\circ \pm 4^\circ$ . Полученная полоса рабочих частот не полностью перекрывает

требуемый диапазон, необходимы дополнительные модификации и оптимизация параметров трансформатора на основе модели моста Маршанда. Остальные технические требования удовлетворены в полном объеме.

### *Библиографический список*

1. **Бабунько, С.А.** Конструирование и расчет широкополосного фазового манипулятора / С.А. Бабунько, Ю.Г. Белов// Вестник НГИЭИ. – 2016. – С.29-37.
2. **Umar M., Laabs M., Neumann N.** 60 GHz Double Edge Coupled Marchand Balun for PCB Implementation// Proceedings of the 49th European Microwave Conference (EuMC), Oct. 2019, pp. 332.
3. **Umar M., Laabs M., Damas J.** Analysis of Substrate Parameters' Variations in a PCB-based 60 GHz GCPW Marchand Balun Design// Proceedings of the 14th European Microwave Conference (EuMC), Jul. 2020.
4. **Веселов, Г.И.** Микроэлектронные устройства СВЧ: учебное пособие для М59 радиотехнических специальностей вузов / [Г.И. Веселов и др.] // под ред. Г.И. Веселова. – М.: Высш. Шк., 1988. – 280 с.

УДК 621.396

КОЛОСКОВ К.С.

## **КОНТРОЛЬ ВИБРАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ АКСЕЛЕРОМЕТРА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ ПОРТАТИВНЫМ ВИБРОМЕТРОМ**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева  
ООО «ГТЛаб» (г.Саров)

Современные машины отличает способность работать в условиях повышенных скоростей и нагрузок, разных рабочих режимов, испытывая при этом негативные воздействия окружающей среды.

В настоящее время обычным является требование обеспечения непрерывной работы машины с интервалом между техническим обслуживанием в два или три года. Как следствие, в целях повышения надежности и безопасности работы машин устанавливают более жесткие ограничения на их вибрацию.

Для некоторых машин оценку вероятности долговременной безотказной работы можно сделать по результатам измерений вибрации только на корпусных элементах конструкции.

Измерения вибрации машин используют в разных целях, начиная с обычного контроля вибрационного состояния машин при эксплуатации и в процессе испытаний при приемке продукции и заканчивая диагностированием узлов машин и проведением исследовательских экспериментов.

Вибрационное состояние машины может быть определено через каждую из трех основных величин, описывающих вибрацию: перемещение, скорость и ускорение [1].

Вибрация – один из основных параметров, техническое состояние практически любого технологического оборудования. Для контроля вибрации могут применяться как стационарные, так и переносные средства. Хотя стационарные системы виброконтроля и являются наиболее эффективными для мониторинга и своевременного определения опасных уровней вибрации, не всегда стационарные решения являются экономически оправданными. В этом случае применяется периодический контроль вибрации с помощью портативных виброметров.

Следует отметить, что вибрацию любого агрегата следует измерять в нескольких плоскостях, чтобы не упустить из вида возможных критических превышений. При этом, если речь идет о вибрации опор валопроводов, то ее необходимо измерять не только на всех опорах, но и в трех взаимно перпендикулярных направлениях: вертикальном, горизонтально поперечном и горизонтально – осевом по отношению к оси вращения валопровода. Зачастую форма корпусов современных агрегатов исключает возможность поперечного закрепления акселерометра во всех трех необходимых точках измерения. В этом случае акселерометры, способные одновременно измерять вибрацию в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, считаются просто необходимыми. В остальных случаях, трех координатные акселерометры, при их использовании в составе портативного виброметра, дополнительно экономят время на проведение измерений. К сожалению, когда речь заходит о многоканальных измерениях, выбор измерительного прибора переходит в разряд сложных и дорогостоящих устройств, требующих некоторой квалификации от оператора.

### *Библиографический список*

1. **ГОСТ ИСО 10816-1-97.** Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях.
2. **Юркевич, В.В.** Надёжность и диагностика технологических систем / В.В. Юркевич, А.Г. Схиртладзе. – М.: Издательский центр Академия, 2011. – 304с.
3. **Гусев, В.Г.** Проектирование электронных аналоговых измерительных устройств: учебное пособие / В.Г. Гусев, А.В. Мулик. – Уфа: УАИ, 1990. – 97с.

УДК 621.396.721

КОРАБЛЕВ Е.А., ФАДЕЕВ Р.С.

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ИМИТАТОРА ЦЕЛЕЙ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ РАДАРОВ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА 76-77 ГГц**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в области автомобилестроения особое внимание уделяется разработке электронных систем помощи водителю (ADAS). Одним из основных датчиков таких систем является автомобильный радар миллиметрового диапазона. При проектировании и производстве радаров возникает вопрос их тестирования. Стоит отметить, что тестирование может затрагивать как аппаратную часть (работоспособность цифрового вычислителя и модуля СВЧ), так и алгоритмы цифровой обработки сигналов.

В настоящее время существующие средства тестирования радаров можно разделить на аппаратные и программные. К аппаратным средствам относятся генераторы эхо-сигналов (например, генератор AREG100 от компании Rohde&Schwarz [1]), позволяющие на физическом уровне имитировать сигналы, отраженные от реальных объектов. К преимуществам применения генераторов эхо-сигналов для тестирования радаров, прежде всего, стоит отнести возможность проверки работоспособности всей аппаратно-программной составляющей радара. К основным недостаткам использования генераторов эхо-сигналов стоит отнести ограничения в количестве одновременно имитируемых объектов и управлении траекторными параметрами каждого из объектов. Также стоит отметить высокую стоимость таких комплексов тестирования. Программные средства тестирования (например, пакет Driving Scenario Designer среды MATLAB [2]) предназначены в основном для отладки алгоритмов вторичной обработки сигналов в среде MATLAB. С помощью использования программных средств имитации принципиально невозможно выполнить проверку аппаратной части тести-

руемого радара.

В данной работе рассматриваются вопросы разработки программного имитатора целей, предназначенного для использования в составе штатного программного обеспечения радара. Сигнал имитатора может быть использован вместо реального сигнала с приёмной антенны радара непосредственно при работе радара в режиме реального времени. К преимуществам использования программного имитатора, прежде всего, стоит отнести отсутствие необходимости использования внешних средств тестирования, а также широкие возможности для управления параметрами имитируемых объектов.

В ходе выполнения работы было приведено математическое описание алгоритма имитации, предложена структурная схема имитатора, произведена оценка требуемой вычислительной мощности алгоритма имитации, предложен вариант программной реализации алгоритма для применения на отечественном процессоре 1967ВН028 компании АО «ПКК Миландр». Также был рассмотрен вопрос разработки внешней программы управления параметрами имитатора.

### ***Библиографический список***

1. Официальный сайт компании Rohde&Schwarz. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.rohde-schwarz.com/ru/products/test-and-measurement/echo-generators\\_232540.html](https://www.rohde-schwarz.com/ru/products/test-and-measurement/echo-generators_232540.html)
2. Официальный сайт компании Matlab. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.exponenta.ru/driving/ref/drivingscenariodesigner-app.html>

УДК 621.396.62

КОСЯКОВ Р.Н., СЪЯНОВ В.А.

## **УСТРОЙСТВО СОПРЯЖЕНИЯ РАДИОСТАНЦИИ С ПРОЦЕССОРОМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В ряде связанных систем передачи информации одной из актуальных задач является сопряжение приемопередающего устройства (радиостанции) с процессорным модулем с использованием локальной сети Ethernet. В работе рассмотрен один из вариантов устройства сопряжения радиостанции с применением средств цифровой обработки сигналов. Главным назначением системы сопряжения является прием и передача звукового сигнала с заданной частотой дискретизации процессору-обработчику. Кроме этого, система должна обеспечивать контроль передачи/приема информации, индикацию текущего состояния и подстройку частоты дискретизации сигнала при обмене с процессором. Передача и прием сообщений между радиостанцией и устройством сопряжения осуществляется с использованием интерфейса Ethernet, а между устройством сопряжения и процессором – I2S.

Устройство сопряжения построено в соответствии с OSI моделью [1]. В качестве физического уровня выступает трансивер. Интерфейс Ethernet работает в режиме полного дуплекса. Это означает, что устройство может одновременно принимать и передавать данные между приемником и передатчиком. Следовательно, физический уровень конфигурируется в соответствии с технологией 100Base-TX (или Fast Internet). В качестве канального уровня выступает MAC модуль, выполняющий роль адресации и проверки целостности пакетов. Сетевым и транспортным уровнем является UDP/IPv4. Для обеспечения наибольшей скорости работы устройство передает пакеты данных без подтверждения со стороны процессора. После декапсуляции фрейма информационная часть подвергается дальнейшей обработке.



Голосовой сигнал представляет собой набор 16-ти битных отсчетов, следующих с определенной частотой дискретизации. Сторона процессора обрабатывает сигнал с частотой дискретизации в 6 раз больше частоты дискретизации голосового сигнала. Таким образом, возникает задача интерполяции и децимации сигнала с помощью цифровых КИХ фильтров.

В соответствии с протоколом сопряжения передача голосовых данных должна сопровождаться базовым адресом. За счет применения базового адреса осуществляется игнорирование пакетов от сторонних радиостанций. Он представляет собой 16-ти разрядное число, которое обговаривается в соответствии с протоколом сопряжения радиостанции с процессором. Следовательно, чтобы произвести селекцию пакетов, необходимо установить декодер.

Устройство сопряжения включает в себя трансивер KSZ8081RNA фирмы Micrel и ПЛИС XC6SLX150 фирмы Xilinx [2]. Разработка логических связей внутри ПЛИС выполнена на языке Verilog. Проведенное исследование показало, что устройство поддерживает максимальную скорость обмена пакетами, равной 100 Мб/с, обеспечивая малую вероятность ошибки. ПЛИС обладает большим запасом производительности, что позволяет модернизировать устройство сопряжения для решения более широкого спектра задач.

### ***Библиографический список***

1. Сетевая модель OSI. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.ru.wikipedia.org/wiki/Сетевая\\_модель\\_OSI](https://www.ru.wikipedia.org/wiki/Сетевая_модель_OSI)
2. Datasheet Xilinx SP605. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.xilinx.com/support/documentation/board\\_and\\_kits/ug526.pdf](https://www.xilinx.com/support/documentation/board_and_kits/ug526.pdf)

УДК 621.396.969

КУЗНЕЦОВ Е.Н., ДОРОФЕЕВ С.А., КУЗИН А.А.

## **ПРОСВЕТНАЯ РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ ПРИЕМО-ПЕРЕДАТЧИКА WI-FI ДИАПАЗОНА ДЛЯ «УМНОГО» ДОМА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Часто возникает ситуация, когда хозяева оставляют свое жилье без присмотра (дачи в зимний сезон, дома во время отпуска). Оптимальный, по мнению экспертов, способ защиты жилища – установка сигнализации. На фоне стремительно развивающейся концепции «умного» дома в России и во всем мире появилась идея рассмотреть охранную систему как одну из самостоятельных подсистем «умного» дома.

Существует большое количество охранных систем, но все они, как правило, основываются на методах, отличных от предлагаемого. В связи с этим они имеют ряд уязвимостей.

В данной работе рассматривается использование просветной радиолокационной системы. Система охраны периметра дома будет определять факт пересечения границы территории объектами, такими как люди, животные, техника и др., имеющими эффективную площадь рассеивания, которая будет превышать заданную заранее величину. Для охраны периметра будет использоваться система с частотами, лежащими в Wi-Fi диапазоне. Такая система может входить в состав автономной или пультовой охраны. Выбор такого частотного диапазона позволяет достичь необходимой разрешающей способности, а также не нуждается в дополнительном лицензировании. Эта система будет иметь высокую надежность. Формируется сплошная зона обнаружения по всему периметру. Наличие

приемопередающих позиций на каждом углу, которые будут определять геометрические параметры контролируемой зоны, исключает ситуацию «затенения» одним объектом, расположенным вблизи одной позиции модуля, другого, меньшего по размеру, расположенного дальше, а также обеспечивает простую масштабируемость системы. Так как используется просветная система, гарантируется работа в любых погодных-климатических условиях.

Поле рассеяния вперед определяется только теневым силуэтом объекта, то есть его проекцией на плоскость, перпендикулярную направлению облучения [1]. Максимальное значение ЭПР зависит только от теневого силуэта объекта и не зависит ни от его отражательной способности (объект может быть абсолютно черным телом), ни от трехмерной формы [2]. Заметим также, что ЭПР идеально проводящей плоской металлической пластины при обнаружении поля, рассеянного вперед и назад, одинакова. Только при рассеянии назад любое отклонение от идеальной проводимости или от плоской формы приводит к резкому снижению ЭПР, а при рассеянии вперед никак не влияет на нее.

При выборе длины волны для просветного радара существует компромисс между максимальным значением ЭПР и шириной зоны обнаружения. Делать просветный радар в миллиметровом диапазоне для обнаружения метровых и субметровых объектов бессмысленно, потому что ширина зоны, в пределах которой будет формироваться теневое поле, будет очень узкой. Поэтому оптимальным решением являются дециметровые волны, при этом размеры объектов будут в среднем значительно больше длины волны, то есть просветный эффект будет иметь место, но с другой стороны ширины просветной области будет оставлять порядка 30 градусов, что в переводе на метры будет уже около 20 м.

#### ***Библиографический список***

1. Bistatic Radar: Principle and practice. Edited by M.Chernyakov
2. **Уфимцев П. Я.** Черные тела и теневое излучение // РЭ, Т.34, №12, 1989. – С.2519-2527

УДК 004.75

НИКОНОВА И.О., МЯКИНЬКОВ А.В.

### **РАЗРАБОТКА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ТЕРРИТОРИИ НА ОСНОВЕ КОНФОРМНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На данный момент существует довольно большой выбор технических средств для охраны территории, обладающих высокой эффективностью. Однако большинство таких систем имеют недостаток, заключающийся в регистрации несанкционированного проникновения, то есть системы лишь подтверждают факт проникновения после того, как он уже произошел. Применение периметральных систем представляет собой наиболее эффективное средство защиты от несанкционированного проникновения, поскольку они выдают сигнал тревоги задолго до того, как злоумышленник может проникнуть в особо важные зоны охраняемого объекта.

В связи с развитием вычислительной техники возникает необходимость в разработке более сложных и более эффективных видов обработки сигналов, позволяющих оптимально использовать вычислительные ресурсы системы, повышая при этом точность и надежность устройства.

Вместе с тем с каждым годом возрастает интерес к искусственному интеллекту и машинному обучению, их внедрение в различные сферы жизни не остается незамеченным. В

частности, проводятся исследования по внедрению нейронных сетей в радиолокационные системы для обработки информации.

В данной работе рассматриваются преимущества разработки системы охраны периметра, основанной на распределенной радиолокационной системе с применением искусственной нейронной сети.

Нейронные сети позволяют, с одной стороны, если алгоритмы известны и не хватает вычислительных мощностей, после представления алгоритма в нейросетевом базисе использовать мощные аппаратные средства с массовым параллелизмом. Там же, где алгоритмов не существует или они недостаточно эффективны, нейронные сети предлагают многообещающий подход к созданию систем обработки, обладающих столь привлекательными чертами как гибкость, способность адаптироваться к изменениям внешних условий, сохраняя устойчиво высокое качество работы. Это прямое следствие заимствования структуры и свойств у биологических объектов [1].

С инженерной точки зрения благодаря использованию технологий машинного обучения можно отказаться от использования мощных, технически сложных вычислителей, что в связи со стремлением страны к импортозамещению является еще одним преимуществом данной разработки.

Распределенная радиолокационная система обладает высокой устойчивостью. В случае выхода из строя одного элемента системы другие продолжают работать, исключая возможность отказа всей системы. Формирование эффективной площади рассеяния с разных ракурсов (на каждом элементе распределенной системы) позволяет распознать объект, совершивший несанкционированное проникновение (его размеры, форму).

В данной работе с помощью математической среды моделирования MATLAB производится представление функционирования фазированной антенной решетки в нейросетевом базисе. Обучение и тестирование нейронной сети производится с помощью пакета Neural Net Fitting. Сеть решает задачу классификации: принимает решение о наличии цели исходя из характеристик принятого сигнала.

1. **Татузов, А.Л.** Нейронные сети в задачах радиолокации Кн. 28. М.: Радиотехника, 2009. - 432 с.: ил. (Научная серия «Нейрокомпьютеры и их применение»)

УДК 621.396

ПИРОГОВА К.Д., МЯКИНЬКОВ А.В.

## **РАЗРАБОТКА МАЛОГАБАРИТНОГО РАДАРА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВЕЛОСИПЕДИСТА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Каждый год в мире в авариях погибает 1,2 млн человек. Отдельной проблемой является ДТП с участием велосипедистов, поскольку они быстро передвигаются, имея малую защищенность от физических воздействий. Наиболее подвержены опасности велосипедисты в странах с плохо развитой инфраструктурой (отсутствие велосипедных дорожек, выделенных полос для велосипедистов) [1]. Также, в последнее время, в крупных городах, стал популярен сервис курьерской доставки. Курьеры для сокращения времени обслуживания используют велосипедный транспорт. В связи со спецификой профессии, они передвигаются вне зависимости от погодных условий, ограничивающих видимость на дороге, что повышает опасность для курьеров на велосипедном транспорте.

В последнее время активно используют радары, предупреждающие о потенциальной опасности для участника дорожного движения, что позволяет избежать аварии [2]. По

данным компании "Garmin" 40% смертей велосипедистов на дорогах происходит из-за удара автомобилем сзади. Исходя из этого, осведомленность велосипедиста о надвигающейся опасности позади него существенно обезопасит его движение по дорогам. Велосипедный радар должен обнаружить движущийся автомобиль за несколько десятков метров и сообщить об этом велосипедисту. Актуальность данного устройства на сегодняшний день обеспечивается всемирным направлением на экологический вид транспорта и растущей популярностью велоспорта.

Предлагается разработать экспериментальный образец велосипедного радара. Разрабатываемый экспериментальный образец велосипедного радара должен состоять из модуля антенной решетки, предназначенного для обеспечения управляемого цифровым способом обзора пространства в заданной зоне обнаружения сзади велосипедного транспорта, модуля приемо-передатчика, предназначенного для формирования сигналов несущей частоты, поступающих на модуль антенной решетки, а также предварительной обработки принимаемых сигналов, которая заключается в полосовой фильтрации, усилении, переносе на нулевую частоту, модуля цифрового вычислителя, предназначенного для реализации алгоритмов цифрового формирования сигналов управления модулем приемо-передатчика и цифровой обработки сигналов, принятых с модуля приемо-передатчика. Преимуществом отечественного велосипедного радара перед его зарубежным аналогом являются усовершенствованные алгоритмы обработки сигналов. Данные алгоритмы позволяют определять полосу движения приближающегося объекта, что повысит безопасность движения велосипедиста.

#### ***Библиографический список***

1. **Schneider M.** Automotive Radar – Status and Trends / M. Schneider //Proceeding of German Microwave Conference. Ulm, Germany.– 2005;
2. **Сысоева, С.** Актуальные технологии и применения датчиков автомобильных систем активной безопасности. Часть 1 // Компоненты и технологии, 2006.– № 8.

УДК 621.396.969

ПРАСКИН А.А., ТУПИКОВ П.А.

### **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ДЛЯ РЛС ПРВ-13 И ИХ АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Вопросам статистической теории приема и обработки радиолокационных сигналов посвящено большое число работ. Значительная часть из них специально посвящена обработке сигналов метеорологических радиолокационных станций (РЛС). Несмотря на множество работ вопросы обработки метеорологических сигналов не потеряли своей актуальности.

Отличительная особенность метеорологических РЛС относительно других видов авиационных или военных РЛС связана с природой метеорологических целей. Эта особенность отражается на выборе характеристик зондирующего сигнала РЛС, а также средств, с помощью которых обрабатываются отраженные сигналы от облаков или атмосферных осадков в целях подавления ложных сигналов, не связанных с метеообъектами, и обеспечивается формирование достоверной метеосводки.

На данный момент в России существует необходимость в разработке метеорологических радиолокационных комплексов нового поколения. Данная

необходимость связана с рядом факторов:

- с целью повышения безопасности полетов нужны РЛС, которые обеспечивают более высокое качество метеорологических данных с более высоким разрешением;
- алгоритмы обработки сигналов, которые используются в метеорологических РЛС, не позволяют решать вопросы селекции отраженных радиолокационных сигналов.

Реализация более сложных алгоритмов обработки метеосигналов требуют применения новых технологий обработки и представления информации, базирующихся на современной элементной базе с использованием соответствующих международным стандартам конструктивов и интерфейсов.

В состав рассматриваемого в данной работе подвижного радиовысотомера (ПРВ-13) входит блок цифровой обработки сигналов (ЦОС). Блок ЦОС состоит из ячейки цифровой обработки и синхронизации, а также плат питания и усиления синхронизирующих сигналов. Ячейка ЦОС включает в себя две программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) и четыре сигнальных процессора, которые с помощью разработанных алгоритмов осуществляют все этапы обработки сигналов. В ячейке ЦОС реализована согласованная фильтрация, внутрипериодная обработка, межпериодная обработка, блокирование несинхронных импульсных помех и подавление отражений от местных предметов и пассивных помех.

Один из процессоров зарезервирован под систему имитации. Один из вариантов использования данного процессора – реализация алгоритмов метеорологических сигналов, а именно осуществление метеоразведки на заданных азимутах.

1. Справочник по радиолокации под ред. **М.И. Скольникова**. / Пер. с англ. Под общей ред. В.С. Вербы. В 2 книгах. Книга 2- Москва: Техносфера, 2014. – 680 с.

УДК 621.396

РОМАШКИН М.С., ПЛУЖНИКОВ А.Д.

## **ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСОВ RS 232, RS 485 И USB В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫМИ СИСТЕМАМИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Решение современных задач управления радиоэлектронными системами требует поиска новых и совершенствования старых способов передачи цифровой информации. При этом по ряду причин не удастся найти полностью универсальные подходы к решению указанных задач [1].

Одна из упомянутых задач заключается в следующем. В процессе модернизации какой-либо радиоэлектронной системы разрабатывается новый микропроцессорный блок управления с использованием в нем новых интерфейсов, эффективно реализующих необходимую передачу информации. Однако иные (не модернизируемые) компоненты системы сохраняют интерфейсы, отличающиеся от новых. При модернизации и этих компонентов соображения их оптимизации тоже могут приводить к аналогичным различиям интерфейсов. В этих случаях требуется выполнить преобразование интерфейсов с целью их совместного использования для передачи информации. При реализации такого преобразования необходимо учитывать различные факторы. Это и различные уровни напряжений, и различная форма передаваемых сигналов, и различные кабели, и различная конструкция разъемов, и различия протоколов. В итоге согласование отдельных устройств и систем, имеющих различные интерфейсы, приводит к необходимости проектирования специального коммутирующего устройства – преобразователя интерфейсов.

Указанное устройство разрабатывалось нами для взаимного преобразования интерфейсов UART и USB при модернизации управления опорно-поворотным устройством для радиотехнических систем сопровождения космических аппаратов. В качестве интерфейсов UART рассматривались интерфейсы RS 232 и RS 485. При этом разработка преобразователя интерфейсов распадается на две задачи: задачу разработки аппаратных средств и задачу разработки программных средств. Аппаратная часть преобразователя интерфейсов представлена портами различных интерфейсов и набором микросхем, осуществляющих преобразование сигналов. Программная часть отвечает за распознавание протоколов и реализует алгоритм их преобразования.

В настоящее время множество известных преобразователей интерфейсов, предлагаемых различными производителями, обычно предназначено для преобразования только одного интерфейса в один другой. В разработанном преобразователе с использованием одной микросхемы удалось реализовать согласование интерфейса USB с двумя интерфейсами: RS 232 и RS 485. Применение разработанного преобразователя в модернизируемой системе позволило также преодолеть проблему, связанную с ограничением длины линий связи при использовании USB-интерфейса: преобразование в сигнал стандарта RS 485 позволяет передавать его на расстояние до 1200 м при последующем обратном преобразовании. При этом повышается и помехоустойчивость передачи информации.

Проектирование выполнялось при помощи Altium D, Office, Micro-Cap, КОМПАС-3D.

---

1. Гук, М.Ю. Аппаратные интерфейсы ПК. Энциклопедия. – СПб.: Питер, 2003. – 528 с.

УДК 623.16.83

РУБЧЕНКОВ М.В.

## **РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КОМПЕНСАЦИИ ПОГРЕШНОСТИ БЛОКА АКСЕЛЕРОМЕТРОВ**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики», группа технического обеспечения

Для обеспечения траекторно-скоростных параметров современных управляемых подвижных объектов необходимо точное определение линейного ускорения объекта и его ориентация относительно вектора свободного падения [1]. Так как движение происходит в трехмерной системе координат, для этого используется трехосный блок акселерометров, представляющий собой единый объем, в котором установлены три чувствительных элемента (согласно трем координатам измерения) и модуль электроники [1, 2].

Целью разработки является создание модуля электроники блока с отечественным микроконтроллером, предназначенного для измерения линейных ускорений объекта по трем ортогональным осям и выдачи информации по интерфейсу RS-232 с последующей алгоритмической компенсацией систематической погрешности, что возможно при наличии ее правильно построенной математической модели [3].

В основу функционирования модуля электроники для блока акселерометров заложена схема измерения линейного ускорения на основе маятниковой инерционной массы чувствительного элемента, охваченная отрицательной обратной связью для формирования силового компенсирующего воздействия [3]. Для управления подвижной массой и динамической регулировки диапазона измерения и погрешностей сформирован контур управления массы на основе магнитоэлектрической обратной связи.

Инерциальный момент, действуя на подвижную массу, приводит к ее угловому перемещению, которое детектируется ёмкостным датчиком угла, представляющим собой две дифференциальных емкости с одной общей обкладкой. При отклонении массы происходит разбалансировка емкостей, вычисляемая емкостным преобразователем. Балансный демодулятор осуществляет суммирование полезных сигналов, что минимизирует синфазную погрешность. Оцифрованный сигнал поступает внешнему потребителю по RS-232. Зависимость нулевого сигнала и крутизны преобразования от возмущающих факторов описывается математической функцией, следовательно, компенсация погрешности акселерометра может производиться алгоритмически, с помощью программы микроконтроллера [3], что позволяет производить компенсацию систематической погрешности измерения в процессе работы прибора.

### Библиографический список

1. **Егоров, С.А., Николаев Е.В., Вельтищев В.В., Кропотов А.Н., Челышев В.А.** Подход к разработке информационно-измерительных телеуправляемых подводных аппаратов // Оборонная техника. - М.: НТЦ "Информтехника", 2001 - N8-9. - С.83-92.
2. **Блажнов, Б.А., Несенюк Л.П., Пешехонов В.Г., Старосельцев Л.П.** Миниатюрные интегрированные системы ориентации и навигации для гидрографических судов и катеров // Интегрированные инерциально-спутниковые системы навигации: Сборник статей и докладов. – С-Пб.: ГНЦ РФ-ЦНИИ «Электроприбор», 2001 – С.134-143.
3. **Логозинский, В., Сафутин И., Соломатин В.** Волоконно-оптический датчик вращения с цифровым откорректированным выходом // VIII Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам: Материалы конференции. – С-Пб.: ГНЦ РФ-ЦНИИ «Электроприбор», 2001 – С.44-51.

УДК 621.317.76

СЕРЕБРЯКОВ Г.С., АКУЛОВ В.В., ПРИБЛУДОВА Е.Н.

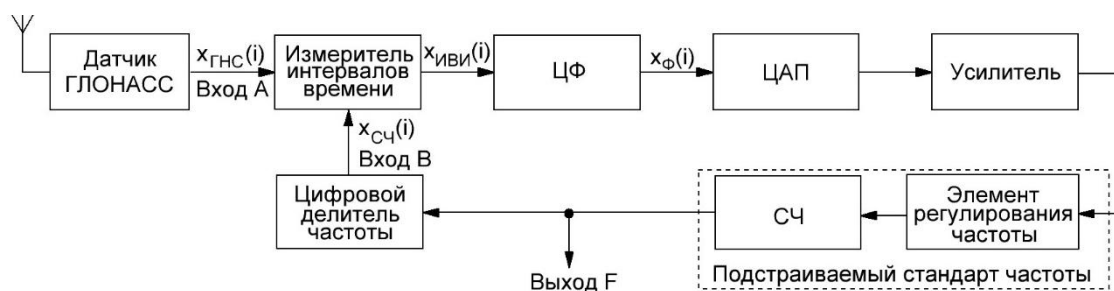
### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ В СИСТЕМЕ СИНХРОНИЗАЦИИ ПРИЕМНИКА-КОМПАРАТОРА ГЛОНАСС/GPS

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Доклад посвящен исследованию погрешностей в системе синхронизации приемника-компаратора ГЛОНАСС/GPS. Актуальность задачи обусловлена повышением требований к точности подстройки частоты и шкал времени (ШВ) стандартов частоты по сигналам ГЛОНАСС/GPS [1,2].

В процессе проведенных исследований разработана обобщенная схема дискретной системы синхронизации приемника-компаратора на основе фазово-временного метода (рис.1).

Путем проведения расчетов осуществлена оценка погрешностей дискретной системы фазовой автоподстройки (ФАП), частотной автоподстройки (ЧАП) и системы частотной автоподстройки с усреднением. При расчетах фазовый шум датчика ГЛОНАСС считали белым, также учитывались влияния погрешностей измерителя интервалов времени и цифро-аналогового преобразователя (ЦАП). При этом ошибка измерителя была рассмотрена для трех видов распределений: равномерного, нормального и треугольного.



**Рис. 1. Обобщенная схема системы синхронизации приемника-компаратора:**

$x_{ГНС}(i)$  – временное положение ШВ 1Гц датчика ГЛОНАСС;

$x_{ИВИ}(i)$  – код интервала измерителя интервалов времени;

$x_{Ф}(i)$  – сигнал с выхода цифрового фильтра (ЦФ);

$x_{СЧ}(i)$  – временное положение ШВ 1Гц подстраиваемого стандарта частоты (СЧ);

F – частота на выходе системы синхронизации

В результате получены аналитические выражения погрешностей дискретной системы ФАП, ЧАП, системы ЧАП с усреднением, и сделаны следующие выводы:

- предпочтительнее использовать измерители интервала времени с нормальным законом распределения;
- при повышении разрешающей способности измерителя вносимая погрешность измерения относительной отстройки частоты становится меньше;
- существенное уменьшение погрешности достигается за счет увеличения числа усреднений.

Для подтверждения теоретических результатов выполнено компьютерное имитационное моделирование процесса измерения относительной отстройки частоты в приемнике-компараторе. В результате моделирования получены экспериментальные данные погрешностей среднеквадратического отклонения частоты для разных типов распределений и даны рекомендации для снижения погрешностей при проектировании приемников-компараторов.

### *Библиографический список*

1. **Перов, А.И.** Основы построения спутниковых радионавигационных систем: учеб. пособие для вузов / А.И. Перов – г. Москва: Радиотехника, 2012. – 240 с.: ил.
2. **Блинов, И.Ю., Денисенко О.В., Добровольский В.И., Донченко С.И.** Возможности использования сигналов космической навигационной системы ГЛОНАСС для поверки стандартов частоты и времени //Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2004. – Т. 2, № 4. – С. 56-62.

УДК 621.3

СУСТАЕВА Е. А.

## **ПРИМЕНЕНИЕ MEMS-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВЧ КОММУТАТОРОВ**

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

Постоянно возрастающие требования к гибкости и сложности, лёгкости и экономичности современных систем связи стимулируют поиск технологий, позволяющих снизить производственные затраты, размеры, вес, потребление и, главное, значительно



улучшить технические характеристики СВЧ-компонентов. Пока можно с уверенностью сказать, что решить эти вопросы поможет только Micro Electro Mechanical Systems технология (далее MEMS-технология) [1,2].

MEMS-технология позволяет удовлетворить требованиям снижения размеров и веса СВЧ-устройств, расширения их динамического диапазона, уменьшения потребляемой мощности и стоимости, наращивания их интеграции и функциональных возможностей при повышении диапазона рабочих частот, что обеспечивает создание новых электрорадиоэлементов (ЭРЭ) и поиск их оптимальных архитектур [1].

Под технологиями изготовления MEMS-устройств подразумеваются традиционные технологические циклы изготовления интегральных схем, адаптированные для создания трёхмерных механических структур [3], а именно: объёмная микрообработка, поверхностная микрообработка и так называемая технология LIGA[4].

Суть MEMS-технологии заключается в удалении отдельных областей подложки таким образом, чтобы оставшиеся её части оказались приподнятыми над основной поверхностью, или наоборот в том, чтобы нарастить заданную высокопрофильную структуру над ней. Благодаря этому появляется возможность преодолеть технологические ограничения на номиналы компонентов.

Объёмная микрообработка применяется здесь для того, чтобы значительно снизить проявления паразитных эффектов, присущих традиционным планарным катушкам индуктивности, выполненным на диэлектрических подложках: снижение добротности  $Q$  и частоты собственного резонанса. Использование MEMS-технологии позволяет приблизить их параметры к значениям, реализуемым только для внешних навесных элементов. В пример можно привести катушку индуктивности, выполненную по технологии объёмной микрообработки, у которой из-под спирали удалён диэлектрик [5]. С помощью микромеханической обработки можно получить микроскопические планарные резонаторы, по характеристикам сходные с макроскопическими волноводными резонаторами [7].

В докладе рассматриваются направления развития СВЧ MEMS-коммутаторов. Обсуждаются наиболее распространённые механизмы работы: электростатический, пьезоэлектрический, тепловой, магнитный, биметаллический [6].

Помимо способа приведения в действие, СВЧ MEMS-коммутаторы различаются по типу используемых контактов. Это могут быть ключи с резистивными контактами «металл-металл» или с емкостными связями, где замыкание цепи происходит через специальное отверстие в тонком изолирующем слое диэлектрика. В то время как резистивные контакты позволяют коммутировать цепи вплоть до постоянного тока, ключи с емкостной связью этого делать не могут.

Частотные свойства и быстродействие MEMS-переключателей сильно зависят от их реализации, поэтому в докладе обсуждаются конструкторско-технологические пути их улучшения.

### ***Библиографический список***

1. **Шашурин, В.Д., Ветрова Н.А., Назаров Н.В.** Определение управляемых параметров для конструкторско-технологической оптимизации СВЧ смесителей радиосигналов на резонансно-туннельных диодах по критерию их надежности // Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". – 2011. – № 10. – С. 3–8.
2. **Гришин, С.В., Дмитриев Б.С., Жарков Ю.Д., Манышев Р.А., Скороходов В.Н.** Генерация хаотических СВЧ-импульсов в широкополосных спин-волновых и вакуумных генераторах хаоса под внешним периодическим воздействием //
3. Изв. вузов «ПНД». т. 20 – 2012. – № 5. – С. 5–19.

4. **Аверин, И.А., Пауткин В.Е.** Особенности формирования микроэлектромеханических элементов первичных преобразователей информации // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки – 2014. – № 2. – С. 1–9.
5. **Балан, Н.Н., Ивашов Е.Н., Лучников П.А., Невский А.Б.** Острые эмиттеры электронов микроприборов и конструктивно-технологические особенности их изготовления // Вестник науки Сибири – 2012. – № 3. – С. 2–9.
6. **Сухачев, К.И., Сёмкин Н.Д.** Анализ возможностей катушечного электромагнитного ускорителя для разгона ферромагнитных частиц // Вестник Самарского аэротехнического университета – 2013. – № 3.
7. **Гуртов, В.А., Беляев М.А., Бакшеева А.Г.** Микроэлектромеханические системы // Издательство ПетрГУ. – 2016. – 172с.
8. **Ренди, Ричардс, Гектор Де Лос Сантос** (Перевод Ю. Потапова) Нелинейная Микроволновая печь // Chipnews. – 2001. – № 7. – С. 7–12.

УДК 621.37

ТРОИЦКИЙ А.М.

## **АЛГОРИТМ ПОДАВЛЕНИЯ НЕСИНХРОННОЙ ИМПУЛЬСНОЙ ПОМЕХИ В АВТОМОБИЛЬНЫХ РАДАРАХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Автомобильные радары диапазонов 24 ГГц и 77 ГГц подвержены воздействию естественных помех природного происхождения. Такие помехи из-за редкости воздействия, либо из-за малой мощности не могут приводить к потере работоспособности или к ухудшениям характеристик РЛС [1]. Активные организованные помехи представляют особую опасность и могут серьезно повлиять на характеристики автомобильных радаров, поэтому борьба с таким видом помех обязательно закладывается в алгоритмы работы радаров.

Наибольшее негативное влияние имеют помехи от автомобильных радаров. Способы борьбы с такими помехами можно разделить на физические и алгоритмические.

К физическим относятся методы частотного разделения, кодового разделения, метод перестройки наклона плоскости поляризации электромагнитного поля, формируемого антенной [2].

К алгоритмическим методам борьбы относят также методы частотного и кодового разделения (реализованные алгоритмически) и алгоритм подавления несинхронной импульсной помехи в каждом периоде зондирования, который описывается в докладе.

Алгоритм логически разделен на три части. Первая часть – обработка скользящим окном числа точек сигнала меньшего, чем длина скользящего окна в начале. Вторая часть – обработка сигнала, где скользящее окно убирается полностью. Третья часть – обработка скользящим окном числа точек сигнала меньшего, чем длина скользящего окна в конце [3].

Амплитуды отсчетов сигнала суммируются. Порог вычисляется по амплитудам отсчетов сигнала.

$N-1$  модулей отсчетов, затем умножается на заранее рассчитанный постоянный для той или иной части обработки коэффициент и на последнем этапе производится сравнение значение порога с текущим обрабатываемым значением модуля отсчета. Скользящее окно имеет длину  $N$  элементов. Сумма вычисляется за исключением значения модуля тестируемого отсчета.

Сравниваются значения текущего отсчета и сумма, накопленная в скользящем окне за

вычетом амплитуды текущего отсчета и умноженная на постоянный коэффициент.

Если есть превышение порога, умноженного на коэффициент, то происходит «ограничение» тестируемого значения путем замены на значение порога по всем приемным каналам параллельно.

### Библиографический список

1. Справочник по радиолокации В 2 книгах под редакцией **М.И. Сколника**. / При поддержке ОАО «Концерн «Вега», перевод с англ. под общей ред. д.т.н., проф. В.С. Вербы, 2014 год.
2. FMCW Radar Design by M. Jankiraman. Artech House (July 31, 2018).
3. **Balanis C. A.** - Antenna Theory - Analysis and Design, 4th Edition – 2016

УДК 621.3

ФЕДОСЕНКО Д.С.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ GPS-КАНАЛА

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

Экспериментальная оценка помехозащищенности GPS-канала дальномерной системы осуществляется с применением фазоманипулированных импульсов. В нашем случае для оценки используем сигнал одной частоты, значение которой близко к несущей. Такое сочетание несущей и помехи позволит получить эффект биения в измерительном тракте.

В таком случае меняется картина общего сигнала, что делает невозможным прием сигнала. В результате между несущей сигнала и помехой возникают биения, что приводит к искажениям суммарного сигнала, делающего невозможным его прием коррелятором. График фазоманипулированного сигнала – это синусоида с разверткой по времени. Она меняет свою фазу на противоположную в определенные (заданные) моменты времени. В таком случае происходит искажение несущей – данная помеха является наиболее неблагоприятной. Математически ее можно описать следующим выражением:

$$A\sin\omega t + A\sin(\omega + D\omega)t = 2A\cos(D\omega/2)t\cos(\omega + D\omega/2)t, \quad (1)$$

где  $\omega$  - частота несущего сигнала;  $D\omega$  – частота помехи.

Полоса пропускания по входу приемника из теории передачи сигнала не должна быть меньше величины обратной времени посылы минимального пакета данных основного сигнала ( $t$ ). Чем шире полоса входного устройства, тем выше точность системы позиционирования. Если в полосу пропускания входит помеха, то между ней и несущим сигналом возникает явление биения частот между несущей и частотой помехи.

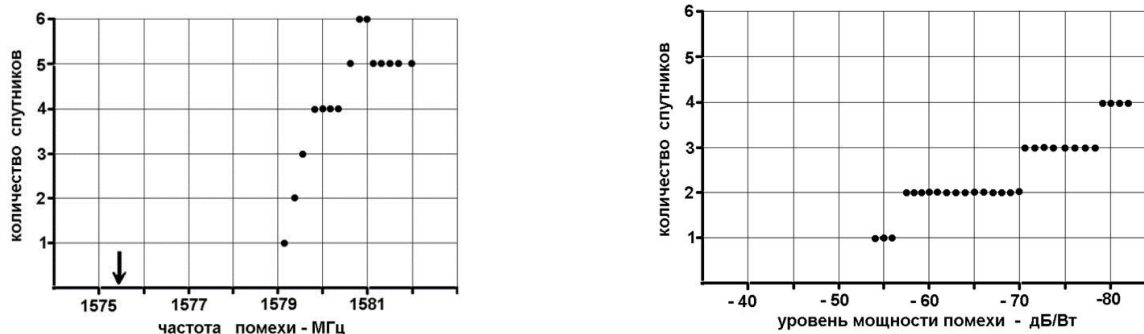


Рис.1. Количество видимых спутников при различной частоте помехи

Результаты эксперимента:

- при мощности генератора 0,001 Вт и -12дБ в интервале частот 1570-1580 МГц дальномерный радиоканал не переходит в режим измерения координаты по GPS-модулю, т.к. не может определить спутники; при аналогичном замере траектории без воздействия помехи дальномерный радиоканал работал по сигналу от 5 спутников (рис. 1);
- при конфигурации источника помехи на интервал частот 1575-1576 МГц наблюдалась неустойчивая работа дальномерного канала в режиме GPS из-за неустойчивого приемного сигнала о спутниках;
- изменение положения источника помехи в область отрицательных углов обзора не влияет на качество работы канала.

УДК 621

ШИРЯЕВА М. А.

### **СТАБИЛИЗАТОР ТОКА ВО ВТОРИЧНЫХ ЦЕПЯХ DC-DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСОВЕ МАГНИТО-УПРАВЛЯЕМЫХ МИКРОСХЕМ**

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

Стабилизатор тока относится к импульсной технике и электротехнике.

В импульсных DC-DC преобразователях необходима гальваническая развязка первичной и вторичной цепи питания. Гальваническая развязка осуществляется с помощью трансформатора и оптопар (оптопары диодные и оптопары транзисторные), которые находятся в цепи обратной связи преобразователя и управляют ШИМ-контроллером преобразователя.

Актуальность данной работы заключается в поиске схемотехнических решений замены оптопар в цепи обратной связи преобразователя, в связи с отсутствием радиационно-стойких оптопар. Из обзора технической литературы известно, что отечественном рынке появились радиационно-стойкие магнито-управляемые микросхемы на эффекте Холла.

Целью данной работы является проработка схемотехнического решения стабилизатора тока во вторичной цепи DC-DC преобразователя на напряжения от 5 до 10 В с токами нагрузки от 10 до 15А.

В качестве магнито-управляемой микросхемы на эффекте Холла предлагается использовать микросхему 1116КП8ПКБ производства ОАО «Кремний-ЭЛ». Индукция срабатывания микросхемы равна 30 мТл, при этом на выходе микросхемы напряжение изменяется от 2,5 до 5В. В стандартных схемах преобразователей в вторичной цепи питания находится дроссель, микросхему 1116КП8ПКБ предлагается размещать в заранее прорезанном зазоре в поперечном сечении кольцевого сердечника дросселя. В зависимости от тока в нагрузке будет изменяться индукция магнитного поля в материале сердечника и соответственно в зазоре сердечника в котором находится микросхема.

Таким образом, в зависимости от требуемого тока стабилизации рассчитывается индуктивность дросселя, чтобы при данном токе индукция магнитного поля в зазоре была равна 30 мТл. Используя данный метод, можно реализовать работу стабилизатора тока.

---

---

# Конструирование и технология радиоэлектронной аппаратуры

---

---

УДК 621.314.6

БУГОРКОВ А.Ю.

### ЛАБОРАТОРНЫЙ СИЛОВОЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ

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

Параметрами сенсоров и радиоэлементов (транзисторы, диоды) определяются правильностью эксплуатации и качеством их изготовления. Технические характеристики приборов задаются на стадии производства и полностью определяются его технологическими особенностями и недостатками. Данный разброс должен быть достоверно определен на стадии контроля качества. Несовершенство технологического, лабораторного оборудования и соответствующих методик не позволяет в должной мере проводить эти проверки. Получаемые паспортизованные данные имеют определенный разброс (инструментальную погрешность) и при таком варианте проектирования происходит снижение показателей надежности, а для их удержания на требуемом уровне требуется заведомое снижение эксплуатационных нагрузок, завышение массы и габаритов. Единственное решение этой проблемы – это создание специализированного узко ориентированного испытательного и лабораторного оборудования. Обычно такие устройства не выпускаются серийно, а разрабатываются под конкретную задачу индивидуально. Основными характеристиками силового лабораторного источника тока для исследования и испытания полупроводниковых изделий будут являться геометрия импульсов с переменной амплитудой и периодом, которые задаются параметрически. Источник питания является силовым и формируемые импульсы по амплитуде должны обеспечить 380 А.

Учитывая особенности построения источника тока, которые мы спроектировали на основе инверсного включения операционных усилителей, для правильного управления необходимо инвертировать управляющий сигнал. С этой целью он проходит через инвертирующий усилитель.

Следующим этапом является преобразование управляющего напряжения в электрический ток. Дальнейшее преобразование тока осуществляется на мостовых транзисторах. Цель мостового преобразования тока – избежание насыщения сердечника катушки за счет протекания электрического тока в обе стороны. После этого происходит трансформаторное усиление тока (с возможностью максимально усиления до 380 А), его выпрямление и фильтрация. Сформированный сигнал используется для подачи на полупроводниковые приборы.

Старт работы стандартный инициализация. Технически – это включение основной платы с микроконтроллером с последующим подключением к сети Internet. С точки зрения электрических сигналов инициализация завершена с появлением питания на мультивибраторе и формировании стартового значения управляющего сигнала и открытием ключей.

После процедуры инициализации формируется команда для формирования множества точек – массива управления. Цель массива – определение параметрических характеристик формируемых импульсов. Массив после формирования кодируется в ASCII код. Когда

массив задан и закодирован, происходит его ретрансляция через сеть Internet на контроллер.

Принятый массив на контроллер декодируется в числовые параметры, которые являются параметрами импульсов: амплитудой, частотой, скважностью. Численные параметры по средствам цифро-аналогового преобразования группируются в управляющий сигнал.

В качестве основного аналогового узла схемы (источника тока) применен узел на основе операционного усилителя и полевого транзистора. Данная схемотехническая реализация источника тока обеспечивает минимальный температурный дрейф из-за его практически полного отсутствия на усилителе и транзисторе; позволяет более точно управлять и регулировать ток на нагрузке с другими вариантами построения источников тока.

УДК 621.317.799

ДЕЛЬЦОВА М.В.

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УСТРОЙСТВА ТЕСТИРОВАНИЯ РЕЛЕ**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева  
ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ (г. Саров)

Автоматизированное устройство тестирования реле предназначено для проведения технологической тренировки реле РПС45 и реле РЭС60 на предприятии-изготовителе аппаратуры с применением указанных реле.

Ранее на предприятии было разработано и изготовлено устройство для тренировки реле. Оно состоит из схемы, к которой подключаются: частотомер, осциллограф, генератор импульсов, источник питания и колодка с установленными в ней реле. Вся эта схема не автоматизирована и требует постоянного контроля от лаборанта. В случае обнаружения неисправности одного из реле при тестировании работа схемы прекращается, и поиск неисправного реле необходимо выполнить вручную. Поэтому задача состоит в автоматизации данного устройства.

Целью данной работы является разработка автоматизированного устройства тестирования реле.

К устройству определены следующие требования:

- тестирование реле должно происходить в автоматическом режиме;
- в зависимости от типа реле устройство само должно устанавливать напряжение подаваемое на обмотку реле в диапазоне от 16 В до 30В, а также длительность импульса от 10 мс до 50 мс;
- во время тестирования устройство должно регистрировать моменты замыкания и размыкания реле;
- должен быть реализован вывод информации о результатах тестирования;
- необходимо обеспечить проведение тестирования в нормальных условиях и в условиях температуры минус  $60\pm 3$  °С и  $80\pm 3$  °С;
- питание устройства будет происходить от внешнего источника напряжением 30 В.

Обеспечение автоматизации достигается за счет управления схемой микроконтроллером. Каждому типу реле будет соответствовать определенная программа, содержащаяся в памяти. Микроконтроллеры можно перепрограммировать множество раз. Если появиться необходимость тестирования новых исполнений, ее можно реализовать путем добавления новой программы.

Выбор программы тестирования, а также отображение информации о результатах проверки будет реализован с помощью использования LCD дисплея 16x2. Передвижение по

меню программы будет происходить с помощью вращения энкодера.

Для установки необходимого напряжения, подаваемого на обмотку реле, используем схемы, в которых напряжение регулируется подстройкой резистора. В зависимости от типа реле микроконтроллер будет устанавливать сопротивление потенциометра по интерфейсу I2C.

Для регистрации моментов переключения контактов реле подключим выводы микроконтроллера PCINTn к контактам реле так, чтобы при переключении реле на выводе микроконтроллера напряжение изменялось от напряжения питания до потенциала земли или наоборот.

Для регулирования времени подачи напряжения на обмотку реле используем встроенный в микроконтроллер таймер/счетчик с предустановкой делителя тактового сигнала. Для того, чтобы не занимать АЛУ микроконтроллера постоянным считыванием значения напряжения на контактах реле в течении подачи напряжения на катушку реле, используем прерывания по изменению состояния сигнала на выводах PCINT0...PCINT15. И запретим разрешение этих прерываний, когда напряжение с катушки будет снято.

Тестирования реле в климатической камере реализуется за счет конструкции.

УДК 621

ДРЯМОВА Е.Е.

## **МОДУЛЬ КОНТРОЛЯ АВТОНОМНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ**

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

Исследование автономного источника питания – важная задача в любом комплексе, который включает в себя аккумуляторные батареи. При эксплуатации источников питания не по документации они могут потерять надежность и работоспособность – произойдет падение номинальной емкости, и тем самым снизится время автономной работы. Основная задача - оптимальный режим заряда с минимальным временем и оптимальными токовыми характеристиками, что позволит максимально продлить ресурс автономного источника питания.

Система контроля автономного источника питания необходима для мониторинга текущих электрических и эксплуатационных характеристик элементов модуля оперативного постоянного тока. Этот мониторинг необходим для определения вторичных показателей, описывающих работу модуля и прогнозирования нештатных режимов работы.

Модуль должен осуществлять оперативное решение ряда задач по контролю текущего состояния сопротивления изоляции коммутационных проводов, систем защиты и изоляторов, определению скачков и просадок напряжения на автономном источнике питания. Еще одна отправная задача – определение несимметрии токов и напряжения на отдельных частях автономных источников питания, входящих в состав батареи аккумуляторов.

В состав модуля контроля автономного источника включены блок индикации для визуализации информации, модуль сбора информации (УСИ), блок эквивалентных сигналов (БТВ), модуль питания (ИП), модуль измерения напряжения и тока (БКДС), модуль мониторинга сопротивления (БКИ), модуль анализа цифровых сигналов (БКДС), измерительный блок аналоговых электрических сигналов (БКНТ), блок мониторинга аккумулятора (БКАБ).

Обмен данными между элементами модуля осуществляется на шине CAN, напряжение питающей шины 24 В. Функциональный набор блоков получает команды через индикаторный модуль. Данный модуль формирует набор команд исходя из анализа

информационных сигналов с блока УСИ. Блок формирования эквивалентных сигналов на основе полученных данных определяет фактическое сопротивление всей изоляции и отдельных ее секций; разность потенциалов относительно главной шины нулевой шины в различных узловых точках модуля. Основная техническая сложность, возникающая при заряде автономных источников питания – это определение параметров и режимов заряда, которые минимально снижают его ресурс и позволяют достоверно определять заряд по косвенным показателям.

Исследование значимых параметров щелочных автономных источников питания показало, что наибольшему изменению подвержены напряжение, температура и давление внутри аккумуляторной батареи. Изменение параметров в процессе цикла заряда различно, но не дает полной информации о заряде.

С учетом промышленного назначения данного модуля контроль заряда осуществляется по напряжению на клеммах батареи, хотя при малых токах изменение напряжения минимально, но такой вариант контроля в сочетании с измерением температуры позволяет сохранить ресурс аккумуляторной батареи с небольшим ее недозарядом.

Основой схемы является специализированный микроконтроллер, который производит анализ и управление различными элементами модуля на основании сигналов с аналоговых контуров, прошедших через АЦП. Для передачи управляющих команд к элементам управления использован CAN интерфейс.

УДК 621.31

ИЛАТОВСКИЙ А.П.

## **ОСОБЕННОСТИ АНАЛИЗА ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА ПЕЧАТНОГО УЗЛА СКВАЖИННОГО ПРИБОРА**

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

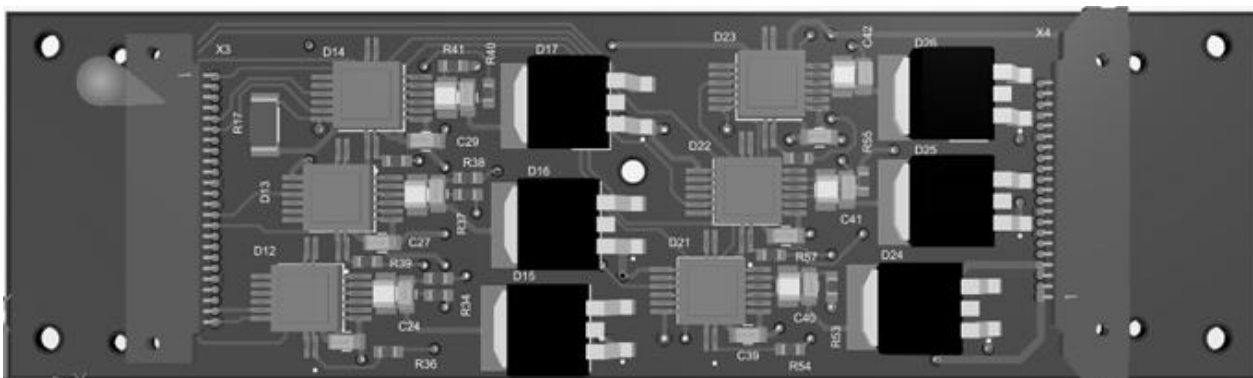
При проектировании скважинных измерительных комплексов, предназначенных для исследования вертикальных, наклонных, обсаженных стальными трубами скважин, одной из важнейших задач на стадии разработки является анализ и оценка теплового режима входящих в его состав печатных узлов. В большинстве случаев электронное оборудование в составе измерительного блока подвергается жестким условиям эксплуатации.

В рассматриваемом измерительном комплексе скважинный прибор должен обеспечивать стабильную работу в диапазоне рабочих температур от минус 50<sup>0</sup> С до 120<sup>0</sup> С и максимальном давлении 80 Мпа. При данных условиях эксплуатации высокие требования предъявляются к элементной базе электронных блоков, а также к обеспечению их тепловых режимов.

В случаях, когда тепловой режим не соблюдается должным образом, возникает перегрев отдельных узлов и компонентов, что приводит к нежелательному изменению электрических характеристик устройства и полному его выходу из строя. Причины перегрева могут быть связаны с тепловыделением отдельных радиоэлементов в сочетании с воздействием температуры окружающей среды.

Одним из наиболее теплонагруженных составных частей измерительного комплекса является блок разгона динамически настраиваемого гироскопа. Его выходные каскады содержат высоковольтные быстродействующие драйвера и МОП транзисторы, работающие в ключевом режиме. Данные элементы размещены на отдельной печатной плате с высокой плотностью компоновки. 3D модель печатного узла блока разгона представлена на рис.1





**Рис.1. 3D модель печатного узла блока разгона**

Целью работы является анализ и оценка теплового режима печатного узла блока разгона с помощью современных средств автоматизированного проектирования. В качестве основной задачи следует рассматривать выявление наиболее теплонагруженных мест печатного узла, который размещается в замкнутой герметичной системе, где отсутствуют массообменные процессы между внутренней и наружной средами и наблюдается только теплообмен.

УДК 681.511

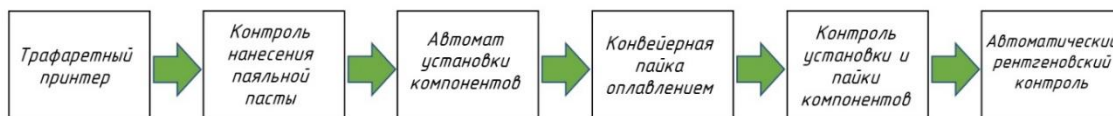
### КЛОКОВ И.И.

## **КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ**

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

В докладе описана производственная линия поверхностного монтажа печатных узлов со встроенной системой активного контроля качества на основе автоматической оптической инспекции (АОИ) и автоматического рентгеновского контроля (АРК). Такая "умная" линия решает задачи снижения количества бракованных изделий при минимизации затрат на обеспечение требуемого уровня качества. Апробация работы линии проводилась на шестиместной заготовке печатной платы для микромеханического датчика угловых скоростей (МДУС). Основным печатным узлом в рассматриваемом МДУСе является плата датчиков, от качества и технологичности которой во многом зависит качество самого изделия [1].

В начале автоматической линии поверхностного монтажа, структурная схема операций в которой приведена на рисунке, смонтирован трафаретный принтер для нанесения паяльной пасты.



Контроль качества нанесения паяльной пасты проводится на установке OMRON VP6000-V, которая автоматически осуществляет оптическую инспекцию (проверку) нанесения паяльной пасты в формате 3D. Проверка идет на наличие или отсутствие отпечатка, его смещение, неполное нанесение или смазывание с возможностью коррекции оттиска пасты в процессе трафаретной печати. Далее происходит автоматическая установка

компонентов на печатную плату и их пайка оплавлением в конвейерной печи.

Оптический контроль качества пайки производится на установке VISCOM S3088, которая позволяет выявить такие дефекты, как повреждение компонентов, эффект «надгробного камня», приподнятый вывод, пустоты, перемычки и т. д. На этом этапе можно выявить дефекты установки компонентов: их отсутствие, смещение, ошибки комплектации и т.д.

Автоматическая рентгеновская установка VISCOM X7056 используется при контроле готовых паяных соединений. Отличительной ее особенностью является обнаружение дефектов скрытых паяных соединений, компонентов с экранами и типами корпусов BGA, LGA, CSP, CGA и сложных двусторонних плат с высокой плотностью монтажа [2]. Например, в печатном узле МДУС имеется акселерометр, имеющий тип корпуса LGA, что обуславливает необходимость применения АРК.

Опытная эксплуатация автоматической линии показала, что использование поверхностного монтажа печатных узлов при наличии автоматической оптической инспекции и рентгеновского контроля позволило снизить процент брака при производстве печатных узлов МДУС почти в десять раз. В докладе обсуждаются причины такого улучшения качества.

#### ***Библиографический список***

1. ENV-05D-52. High-precision angular velocity sensor utilizing Murata's unique triangular prism vibrating unit. (Дата обращения: 15.03.2022 г.)  
<https://www.farnell.com/datasheets/2333006.pdf>
2. Контрольный тандем. Журнал «Эксперт +». Март 2014, № 1.С. 48-53 (Дата обращения: 03.03.2022 г.).

УДК 47.09.31

КЛОЧНЕВА Т.В.

### **ФОРМИРОВАНИЕ МЕЖУРОВНЕВЫХ ПЕРЕХОДОВ МЕТОДОМ «СТУПЕНЧАТОСТИ»**

Арзамасский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Сущность принципа «ступенчатости» заключается в способе изготовления тонкопленочных многоуровневых плат для многокристальных модулей, микросборок и гибридных интегральных схем, включающем подготовку базовой платы, на которой формируются уровни коммутации последовательным нанесением слоев металлизации и формированием топологии первого и последующих уровней коммутации [1]. По сравнению с известным решением [2] все контактные площадки схемы как для последующего соединения их с выводами активных компонентов, так и контактные площадки для электрического соединения к внешним выводам располагают в первом проводящем уровне, выполненном в виде многослойного покрытия V - Cu - Ni (ванадий-медь-никель) + химический Ni, который используют в качестве стоп-слоя при формировании последующих уровней коммутации, разведение проводниковых слоев «сигнальный» и потенциальных - «питание» и «земля» осуществляют в индивидуальных уровнях .

Преимущества метода «ступенчатости» для формирования межуровневых переходов и мест пересечения для плат приведены в таблице [2].

Таблица 1

## Преимущества метода «ступенчатости»

Примеры реализации	Способ - прототип	Предлагаемый способ
Разрешаемое количество уровней	2	3 и более (обеспечены наличием «стоп-слоя» из химникеля)
Требование к планарности слоев	Надежность проводниковых контактов обеспечивается гальваническим наращиванием слоя меди на проводниковом слое до планарности уровней коммутации для исключения риска разрывов проводниковых дорожек	Надежность межуровневых соединений и контактов обеспечена по сплошным металлизированным плавно нисходящим ступеням изоляционных слоев, где исключен риск разрывов проводниковых дорожек
Этапы формирования уровней коммутации	Формирование частичное проводников первого уровня под изоляцией, гальваническое доразращивание проводников до состояния планарности для обеспечения контакта проводников в уровнях с одновременным формированием топологии 1 и 2 уровня	Формирование ведут последовательно в многослойной структуре по плавно нисходящим профилям с формированием «стоп-слоя» из химникеля
Плотность компоновки	Стандартная	Увеличена за счет разведения сигнальных и потенциальных («земля», «питание») слоев в разных уровнях
Разделения назначения проводниковых слоев	Стандартная	Увеличена за счет применения многоуровневости
Профиль межуровневой изоляции	Прямоугольный, с вертикальными пограничными плоскостями	Плавная ступенчатонисходящая структура за счет выполнения в разных уровнях чередующихся слоев металлизации и изоляции

## Библиографический список

1. **Спирин, В.Г.** Тонкопленочные микросборки высокой плот: монография/ Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2015.
2. Патент РФ № Н01L21/77, 06.04.2011 г. Способ изготовления тонкопленочных многоуровневых плат для многокристалльных модулей, гибридных интегральных схем и микросборок // Патент России № 2459314, 2012/Баранов Р.В., Карпова М.В., Корзенев Г.Н., Королев О.В., Короткова Г.П., Нетесин Н.Н., Поволоцкая Г.Ю., Поволоцкий С.Н.

УДК 621.31

КОЛЯСКИН С.А.

**РАЗРАБОТКА ПОРТАТИВНОГО ПРИБОРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВИБРАЦИИ  
В РАМКАХ МОДЕРНИЗАЦИИ ВИБРОМЕТРА D141**

Общество с ограниченной ответственностью «ГТЛАБ»

Одним из наиболее эффективных критериев оценки технического состояния машин и оборудования является мониторинг способов измерения вибрации на не вращающихся деталях. Часто достаточно измерить величину вибрации с помощью портативного специализи-

рованного устройства - измерителя вибрации (виброметра). В других случаях виброметр может дополнять стационарную систему сбора и обработки данных.

Назначение виброметра D141 подразумевает эксплуатацию в условиях разного рода промышленности, ввиду чего, устройство выполнено в прочном, устойчивом к пыли и влаге металлическом корпусе, защищенном от электрических помех, с другой стороны, учтены требования к компактности и достаточной эргономичности, чтобы пользователь мог удобно управлять устройством в течение длительного периода времени. Внешний вид виброметра D141 представлен на рис. 1.



**Рис.1. Общий вид виброметра**



**Рис.1. Режим «осциллограф»**

Принципиальное отличие электрической схемы виброметра D141 от классической в отсутствии аналоговых фильтров высоких и нижних частот, что компенсируется за счет реализации цифровых аналогов таких фильтров. Это позволяет добиться более информативных спектрограмм и форм сигнала в реальном времени, увеличения диапазона фильтрации и снижения общего энергопотребления устройства.

Результаты проведенных измерений виброметра D141 записываются в виде табличных данных с числовыми значениями ускорения, скорости и движения на карту памяти Micro SD для последующего создания тенденций, связанных со временем измерения в формате «wave». Для обработки спектрограмм или осциллограмм на ПК необходимо использовать программное обеспечение ПО «GTLab».

Виброметр D141 оснащен встроенным усилителем, что позволяет реализовать взаимодействие с промышленными датчиками, имеющими не только выходное напряжение стандарта IEPЕ, но и зарядовый выход.

Одним из основных преимуществ является программное обеспечение виброметра D141, которое позволяет визуализировать значения ускорения, скорости и перемещения, а также регистрирующие спектры сигналов на дисплее. В качестве примера на рис. 2 представлено отображение режима «осциллограф». Программное обеспечение виброметра позволяет производить вибродиагностику промышленного оборудования, что является важным условием повышения эффективности управления производственными процессами на предприятиях в том числе оборонно-промышленного комплекса, которые вынуждены продолжать свое развитие в условиях практической изоляции от иностранных предприятий, производящих необходимые комплектующие.

УДК 621.31

КОПТЕВА И.А.

## **АКТУАЛЬНОСТЬ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ**

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

На сегодняшний день в России распространены открытые стандарты, означающие полную интеграцию поставщиков комплектующих, и аккумуляция их на общих торговых площадках. Это позволило совершить значительных технологический скачек при создании энергосистем. Создания большого научного потенциала в области оцифровки сигнал и

работы открывают разработчикам электрических подстанций широкие возможности для проектирования.

Цифровая подстанция - это подстанция, имеющая в своем составе большое количество цифровых модулей, которые выполняют роль управления основными элементами подстанции (учет электроэнергии, анализ и прогноз отказов, регистрация нестандартных, управление силовыми элементами автоматики).

Одна из крупнейших электросетевых компаний в мире – ПАО «Россети» предложила свое направление программы инновационного развития на 2016-2020 годы с перспективой до 2025 года. Оно предусматривает развитие и внедрение «цифровых подстанций». Концепция этой программы заключается в создании опытного полигона «Цифровая подстанция» на базе «Научно-технического центра ФСК ЕЭС» [20,21], что говорит о научной новизне рассматриваемого проекта и достижении практических результатов в его реализации.

Повышенная надежность и доступность. Широкие возможности самодиагностики цифровых устройств гарантируют максимальную доступность подстанции, а также полный набор функций: любое снижение производительности актива определяется в реальном времени. Внутренняя избыточность, встроенная в систему, может быть использована для самозавершения неправильной работы и позволяет устранять неполадки без необходимости первичного сбоя системы.

Повышенная безопасность. Снятие проводных меж-узловых схем ТТ (Трансформатора тока) снижает риск смертельной травмы из-за непреднамеренного открытия цепи персоналом; – Отсутствие масла в трансформаторах снижает риск взрыва; Расширенный самоконтроль активов подстанции гарантирует, что они работают в безопасных пределах.

Снижение затрат на техническое обслуживание. Цифровая подстанция тщательно контролирует все активы подстанции с точки зрения условий эксплуатации, эффективной грузоподъемности и показателей состояния активов. Интеллектуальные системы анализируют данные и дают рекомендации по действиям по техническому обслуживанию и ремонту. Это позволяет перейти к прогностическому обслуживанию, избежать непредвиденных сбоев и затрат на экстренный ремонт.

Стандартизация и совместимость. Будучи совместимым с МЭК 61850, цифровые решения и подстанции разработаны для обеспечения совместимости с оборудованием других поставщиков, с высокой степенью стандартизации на уровне интерфейса систем вторичного оборудования.

Улучшенные возможности связи. Обмен данными между интеллектуальными устройствами, внутри и между подсистемами, оптимизируется через Ethernet-связь. Интеллектуальные локальные и широкополосные блоки управления позволяют осуществлять обмен данными между уровнями напряжения внутри подстанций и между подстанциями. Прямая связь между подстанциями без необходимости транзита через центр управления уменьшает время отклика, позволяя быстрые приложения в режиме реального времени.

УДК 621

МОРЯКОВА Е.А.

## **ИСТОЧНИК СТАБИЛЬНОГО ТОКА**

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

Источник стабильного тока или напряжения с импульсным регулированием относится к импульсной технике и электротехнике.

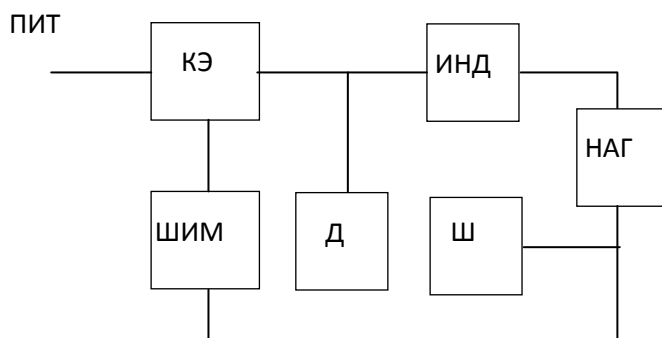
Актуальность данной работы заключается в том, что источник стабильного тока может быть использован в соленоидах ламп бегущей волны, в обмотках электродвигателей, в

установках с широким диапазоном входного нестабилизированного напряжения.

Целью данной работы является проработка схемотехнических вариантов реализации источника стабильного тока при входных напряжениях от 50 В до 200 В и токах нагрузки до 30 А, а также проведение моделирования его работы в среде Micro Cap 9.0.

Из обзора технической литературы известны линейные и импульсные стабилизаторы тока и напряжения. Большим недостатком линейных стабилизаторов является их низкий КПД при больших диапазонах входного напряжения. Вследствие этого перегрев ключевых элементов и сложности в их охлаждении для нормального функционирования.

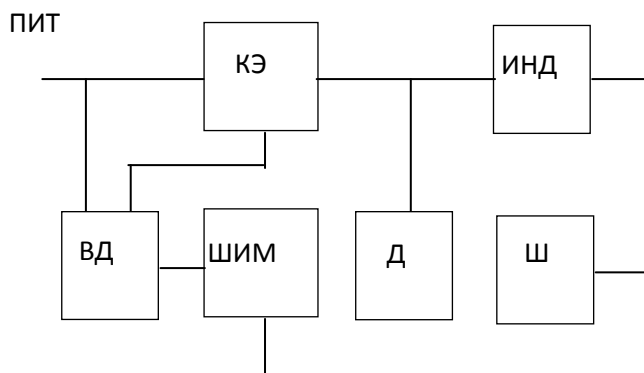
Наиболее близким вариантом для реализации источника стабильного тока, является понижающие импульсные стабилизаторы. Структурная схема приведена на рис. 1.



**Рис.1. Структурная схема:**

где КЭ - ключевой элемент (транзистор); ИНД - индуктивный накопитель энергии (дроссель); ШИМ - шим контроллер; Д-выпрямитель (диод); Ш-токоизмерительный шунт, НАГ-нагрузка

Предлагаемая структурная схема источника стабильного тока приведена на рис. 2.



**Рис.2. Структурная схема источника стабильного тока:**

КЭ - ключевой элемент (транзистор); ИНД - индуктивный накопитель энергии (соленоид или обмотка электродвигателя); ШИМ - шим контроллер; Д - выпрямитель (диод); Ш - токоизмерительный шунт, ВД- схема вольтодобавки

Решение, приведенное на рис. 2 отличается от стандартной схемы, приведенной на рис.1 тем, что индуктивным накопителем энергии и одновременно нагрузкой является индуктивность соленоида лампы бегущей волны или индуктивность обмотки электродвигателя. Также в предлагаемом решении использована схема вольтодобавки, которая служит для насыщения ключевого элемента (транзистора) для уменьшения потерь в открытом состоянии и, как следствие, увеличивается КПД преобразователя.

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ПНЕВМОКЛАПАНОМ**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева  
АО ПКО «Теплообменник» (г. Н.Новгород)

Современные системы автоматического регулирования давления (САРД) самолетов выполняются по цифровому принципу, так как при таком построении система обладает большой гибкостью, и позволяет производить изменения структуры контуров управления программно, а также автоматически корректировать оптимальные параметры регуляторов по заданному критерию при изменении динамических параметров объекта управления [1].

Устаревание и утрата модернизационного потенциала старыми отечественными блоками привели к необходимости поставок электронных систем из-за рубежа, так как отечественная промышленность не могла обеспечить необходимую элементную базу для их производства. Таким образом, при создании нового блока крайне актуальной была задача перехода функциональных узлов бортовой вычислительной системы на отечественные элементы.

Целью работы является проектирование конструкции блока управления и контроля пневмоклапаном на отечественных компонентах с лучшими характеристиками (показателями) зарубежных аналогов.

Электрические схемы функциональных узлов необходимо реализовать на отечественных микросхемах. Для защиты элементов блока от внешних воздействий целесообразно использовать покрытие функциональных ячеек лаком. Лаком следует покрыть и некоторые конструктивные элементы блока, подверженные коррозии. Такое решение проблемы защиты блока от внешних воздействий оказывает лучшее влияние на материальные показатели, по сравнению с герметизацией всего блока.

Блок управления и контроля пневмоклапаном должен обеспечивать:

- прием и обработку аналоговой и цифровой информации от датчиков;
- прием и обработку дискретной информации от сигнализаторов;
- прием и обработку цифровой информации от систем самолета;
- самоконтроль блока и контроль исправности выпускного клапана;
- выдачу дискретной и цифровой информации во взаимодействующие системы самолета.

В ходе исследования проведен анализ электрической схемы блока, показавший, что проектируемый блок позволяет расширить перечень функций, доступных для потребителя, без увеличения габаритов и массы, в отличие от других аналогичных устройств. На основе полученных результатов был сделан вывод, что при разработке блоков управления и контроля пневмоклапаном оптимальным является вариант создания программно-аппаратного комплекса, ориентированного на цифровые технологии обработки сигналов, программно-алгоритмическую реализацию процессов регулирования и интеллектуальную диагностику работоспособности контролепригодных элементов объекта управления. Это практически полностью исключает необходимость каких-либо доработок аппаратной части и конструкции блока управления в случае коррекции алгоритмов работы системы.

В итоге разработан блок управления контролем пневмоклапаном САРД с разъемной конструкцией блока. Особенностью блока управления является минимизация внутриблочного проводного монтажа. Разработаны алгоритмы для программного управления системой.

1. **Кравченко, А. Г.** Обзор основных агрегатов систем кондиционирования воздуха летательных аппаратов // Техника. Технологии. Инженерия. — 2017. — № 3 (5). — С. 24-27.

УДК 621.314.6

ФАРЗИЕВ И.И.

## **ЛАБОРАТОРНЫЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПО МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ ТОЧЕЧНОЙ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ**

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

На сегодняшний день в промышленности наблюдается дифференциация производства на большое количество простых операций, которые многократно повторяются. Это приводит к выделению некоторых отдельных участков производственных процессов с утомительными, монотонными действиями, которые реализуются людьми на конвейере. Очень часто выполнение таких операций сопровождается вредными и опасными факторами производства. Труд, лишенный творческого содержания, опасный для жизни и монотонный, обязан быть уделом роботов.

Использование автоматизированных мехатронных систем и роботов в производственных процессах позволит повысить производительность, ритмичность производства, увеличить выпуск и улучшить качество продукции, а также предъявить более высокие требования к технологичности изделий, уровню организации производства и пр.

Использование промышленных мехатронных устройств подразумевает их работу в автоматическом режиме. Следовательно, система управления устройства должна обеспечивать выполнение операций автономно без непосредственного ручного управления со стороны оператора. Кроме того, информация о процессе выполнения операций фиксируется датчиками. Поэтому подавляющее большинство устройств управляются программно с помощью контроллеров, принимающих информацию от датчиков и осуществляющих управление приводами в соответствии с управляющей программой, хранящейся в памяти контроллера. Контроллер представляет собой микросхему, которая управляет электронными устройствами. По сути, он является мозгом мехатронной системы, который получает информацию из внешнего мира с помощью сенсоров и передает управляющие сигналы в исполнительные элементы. Широко применяются в области автоматизации разнообразных технологических процессов на больших и малых промышленных предприятиях. Применение логических контроллеров значительно упрощает создание и эксплуатацию автоматизированных систем, т.к. сокращает этап разработки, упрощает монтаж и отладку, обеспечивает надежность эксплуатации. Однако программное управление приводами требует от оператора владения определенными компетенциями в области использования электроприводов различного типа и разнообразной датчиковой аппаратуры.

Для успешного освоения навыков проектирования и управления мехатронными системами и комплексами учебный стенд должен обладать рядом характеристик, позволяющих максимально отразить особенности и параметры реальных промышленных роботов.

Универсальное учебное оборудование, позволяющее изучать мехатронные модули, их устройство и конструкцию, будет служить базой для отработки навыка составления алгоритма последовательного движения мехатронных узлов.

### **Библиографический список**

1. **Иванов, А.А.** Автоматизация технологических процессов и производств, учебное пособие – М.: Форум, 2011г.-219 с.



2. **Иванов, А.А.** Автоматизированные сборочные системы: учебник – НГТУ. Н. Новгород, 2007г-347 с.
3. **Москвичев, А.А., Кварталов А.Р., Устинов Б.В.** Захватные устройства промышленных роботов и манипуляторов: учебное пособие НГТУ им. Р.Е. Алексева. Нижний Новгород, 2013. – 155с

УДК 004.056.2

АБАКШИН А.Д.

#### **ПОВЫШЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ МОБИЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ СВЯЗИ В НЕНАДЕЖНЫХ КАНАЛАХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Работа посвящена анализу методов повышения достоверности мобильной цифровой связи в ненадежных каналах, изобретенных ранее, но не востребованных вследствие недостатка возможностей их практической реализации. Предметом исследования являются методы кодирования и декодирования полярных и LDPC кодов.

В работе проводится анализ корректирующих способностей кодов защиты от помех, где основным критерием эффективности станет отношение показателя битовой ошибки к отношению сигнал-шум.

Для декодирования полярных кодов используются алгоритмы: последовательного исключения в классической, списочной и стековой вариации, а также алгоритм направленного поиска. В работе проводится сравнительный анализ перечисленных методов декодирования.

Для декодирования LDPC кодов используются алгоритмы: «Sum-Product», «min-sum», «min-sum normalized». «Sum-Product» имеет высокую вычислительную сложность. «Min-sum» — это упрощение предыдущего алгоритма, обладает меньшей сложностью и корректирующей способностью в сравнении со своим прообразом. «Min-sum normalized» более точен чем алгоритм «min-sum», но по корректирующей способности уступает классическому алгоритму, хотя по легкости декодирования и выигрывает у него [1].

Анализ показывает текущую эффективность полярных и LDPC кодов. В ходе сравнения помехоустойчивых кодов установлено, что ни один из приведённых в работе методов декодирования информации не позволяет полярным кодам превзойти LDPC в корректирующей способности при работе с большими блоками данных.

Выводы дают возможность сформулировать оптимальный метод декодирования данных с использованием полярных или LDPC кодов, что в свою очередь позволит добиться высокой помехозащищенности информации при наличии достаточного для применения описанных корректирующих алгоритмов вычислительных мощностей.

1. **Хлынов, А.А.** Оптимизация min-sum алгоритма декодирования // Труды Московского физико-технического института, 2016. – 13- 17 с.

## **ПОДХОД К АВТОМАТИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА РАЗРАБОТКУ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Техническое задание (ТЗ), как правило, устанавливает назначение разрабатываемой информационной системы, ее технические характеристики, показатели качества, а также состав необходимой технической документации.

ТЗ формирует технический писатель, при этом качество документа во многом зависит от уровня квалификации сотрудника. В разных организациях работают разные люди с разным уровнем знаний, что зачастую приводит к тому, что ТЗ пишется без учета содержания похожих ТЗ из предыдущих разработок, что, в свою очередь, приводит к потере знаний и задела, снижая тем самым как качество документа, так и качество вновь разрабатываемой информационной системы.

В России существует две основные группы стандартов, регламентирующих разработку ТЗ в сфере ИТ. Это стандарты серии ГОСТ 19 и ГОСТ 34. Выделяются ГОСТ 19.201, описывающий требования к содержанию и оформлению ТЗ на разработку программ для ЭВМ [1], а также ГОСТ 34.602, описывающий требования к содержанию и оформлению ТЗ на разработку автоматизированных систем [2].

Подход к автоматизации формирования ТЗ по ГОСТ серий 19 и 34 предполагает повторное использование накопленных знаний с помощью веб-сервиса, который автоматически генерирует фрагменты контента для разделов ТЗ согласно ранее написанным и оцененным пользователями фрагментам похожих по тегам ТЗ.

Как только пользователь начинает заполнять содержимое разделов, блок генерации фрагментов получает запрос, содержащий справочные данные, указанные пользователем, при создании ТЗ. Веб-сервис проверяет наличие ранее сохраненных ТЗ в базе данных (БД). Если фрагменты отсутствуют, алгоритм заканчивает работу и предлагает пользователю заполнить раздел ТЗ самостоятельно. Если в БД присутствуют ранее созданные фрагменты, осуществляется выборка ТЗ по совпадающим ГОСТ и тегами. Веб-сервис обеспечивает фильтрацию всех находящихся в БД фрагментов совпавших ТЗ, фильтруя их по параметрам «рейтинг» и «число использований» по убыванию, т.е. в начале коллекции после фильтрации оказываются фрагменты с наибольшим суммарным показателем по двум параметрам, а в конце – с наименьшим. Пользователь получает первые 3 фрагмента, обладающие наибольшим суммарным показателем, если они ему не подходят, он может обновить список, получив следующие 3 фрагмента или самостоятельно заполнить раздел.

Разработанный веб-сервис может быть использован ИТ-компаниями или людьми из профессионального сообщества, сферой деятельности которых является проектирование и разработка информационных систем.

На разработанный веб-сервис получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021663264 от 13.08.2021 г.

### ***Библиографический список***

1. ГОСТ 34.602-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы: дата введения 1990-01-01 / Государственный комитет СССР по стандартам. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 12 с.

2. ГОСТ 19.201-78. Единая система программной документации. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению: Межгосударственный стандарт: дата введения 1980-01-01 / Государственный комитет СССР по стандартам. – Изд. официальное. – Москва : Стандартиформ, 2010. – 3 с.

УДК 004

ЕГОРОВ Ю.С., БЛАТОВ Р.И., ЧУПРОВ Д.А., КЕРБЕНЕВА А.Ю., КОРОТЫШЕВА А.А.

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

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

Несмотря на то, что элементы питания (ЭП) должны утилизироваться отдельно от остальных бытовых отходов, удаленность пунктов сбора вынуждает многих городских жителей накапливать отработавшие батарейки в домашних условиях и выбрасывать их вместе с обычным мусором.

Попадая на полигон, металлический корпус батарейки начинает разлагаться, этикетка, как правило, стирается. В течение нескольких лет под воздействием осадков происходит процесс выщелачивания металлов (цинк, магний, кадмий, олово, свинец), которые проникают в почву и водоемы, а оттуда уже в систему водоснабжения, что оказывает сильное негативное воздействие на окружающую среду и человека.

Необходимость сортировки опасных отходов предопределяет актуальность разработки системы идентификации ЭП по видеоизображению для их автоматической сортировки. В настоящее время на отечественном рынке отсутствуют универсальные решения, сортировка ЭП осуществляется вручную.

Отличительная особенность разрабатываемой системы заключается в применении последовательно применяемых алгоритмов, позволяющих детектировать и классифицировать ЭП на цифровом изображении по их внешним (таким как маркировка и обозначение) и структурным признакам (таким как форма и положение), уникальным идентификаторам (таким как сепаратор, стержень, прокладка), а затем верифицировать полученное решение с учетом интегральных характеристик (таким как оптическое ослабление и эффективный атомный номер), полученных с помощью рентгенографии.

Нейронные сети, входящие в состав системы идентификации ЭП обучаются на основе подготовленных наборов данных (датасетов), содержащих множество фотографий и рентгеновских снимков ЭП разных типов, которым сопоставлены искомые классы.

В результате анализа рентгеновских снимков формируются интегральные характеристики ЭП.

При разработке используются библиотеки алгоритмов компьютерного зрения OpenCV и разновидность сверточных нейронных сетей, YOLO [1].

С использованием разработанных процедур [2] осуществляется детектирование, включающее определение положения объектов на изображении и обнаружение ЭП. Затем на основе интегральных характеристик, полученных в процессе рентгеноструктурного анализа объектов выполняется распознавание, которое обеспечивает отнесение обнаруженных ЭП к одному из заданных типов

Проект выполняется за счет средств гранта Фонда содействия инновациям (договор 57ГС1ИИС12-D7/72200 от 21.12.2021) в ООО «Мабекс».

### Библиографический список

1. **Redmon J., Divvala S., Girshick R., Farhadi A.** You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition – 2016.
2. **Кербенева А.Ю., Егоров Ю.С., Алексеев В.В., Чупров Д.А., Прихунов А.С.** Анализ существующих алгоритмов обнаружения объектов на изображениях // Материалы XXVI международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии» (ИСТ-2020). - Н. Новгород: НГТУ, 2020. С. 108-114.

УДК 004

КАМЫШАН Е.А., ЕГОРОВ Ю.С.

### РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУРЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТИЛИСТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При формировании стилистического образа важно наделить его не только функциональным, но и эстетическим содержанием – соразмерностью частей целого. Стилистически подобранный образ обладает характерной для него композицией, т.е. правильно гармонизованным соотношением всех его элементов, частей и деталей. Способ формирования стилистических образов на основе нечеткого моделирования требований может составить основу для интеллектуальной советующей системы.

В работе рассматривается подход к описанию и выбору стилистических решений для подбора наиболее актуальных вариантов одежды и их комбинаций. Процедура формирования позволяет формализовать требования с применением аппарата нечеткой логики и определить частные целевые функции для поддержки принятия стилистических решений в рамках интеллектуальной советующей системы.

При формировании образа строится произвольная модель, после чего задаются параметры образа, затем генерируется одно или несколько потенциальных стилистических решений. При составлении нескольких вариантов стилистических решений необходимо определить критерии их сравнительной оценки. При составлении образа необходимо, чтобы все исходные требования пользователя, содержащиеся в запросе пользователя на подбор образа, были учтены, а предлагаемые решения полностью релевантны.

Задачу выбора элементов стилистического образа можно сформулировать как задачу многокритериального выбора на основе предварительно сформулированных требований.

Представим рассматриваемую систему как множество экземпляров (объектов)  $S = \{u_n\}, n = 1..N$ , каждый из которых определяется на множестве альтернативных системно-технических решений  $u_n \in \{x_{n1}, x_{n2}, \dots, x_{nm_n}\}, n = 1..N$ .

Экземпляры характеризуются вектором признаков:  $p_n = [p_{n1}, \dots, p_{nm_n}]^T, n = 1, \dots, N$ . Вектор признаков отражает требования, предъявляемые к каждому экземпляру. Требования представляют собой отобранные и информативные признаки, по которым возможно сравнить альтернативные решения. Конфигурацию можно представить как вектор, состоящий из номеров выбранных альтернатив для каждого экземпляра. Например:  $S = [1, 3, 2]$ . Число 1 обозначает, что для первого экземпляра выбрано 1 альтернативное решение, число 3 – для второго экземпляра выбрана 3 альтернатива, число 2 – для 3 экземпляра выбрано 2 альтернативное решение.

В качестве основных вариантов формализации требований, связанных с количественными характеристиками компонент образа [1], предлагается использовать: линейную s-образную функцию принадлежности для правосторонних ограничений, линейную z-образную функцию принадлежности для левосторонних и трапециевидную ФП для двухсторонних ограничений. Поэтому функцию принадлежности для формирования образа можно рассматривать как переход от жестких ограничений с одним порогом к двухпороговым мягким ограничениям.

Процедура формирования образов с применением аппарата нечеткой логики позволяет сравнивать ценность альтернативных вариантов и осуществлять выбор релевантного целям пользователя варианта.

1. **Голованева, О. И.** Композиция костюма : учебно-методический комплекс / сост. О. И. Голованева. – Чебоксары : Чуваш. гос. пед. ун-т, 2011. – 34 с.

УДК 004

СМИРНОВ А.Н., АЛПЕЕВА А.А.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ СОЗДАНИИ 3D-МОДЕЛЕЙ В ГРАФИЧЕСКОМ РЕДАКТОРЕ BLENDER**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Графический редактор Blender [1] представляет собой программное обеспечение для 3D моделирования, предоставляющее пользователю возможность создания 3D-объектов и взаимодействию с ними, а также широкий спектр функций для автоматической обработки сетки 3D-объектов. На данный момент актуальной является проблема неочевидного поведения программы при использовании логических операций, и зачастую данная проблема сводится к получению пользователем нежелательного результата, обусловленного взаимодействием с объектами, имеющими дефектную сетку и топологию.

Несмотря на то, что существует множество реализаций данного функционала, каждая из них имеет свои недостатки и преимущества [2]. Например, AutoCAD от компании Autodesk гарантирует получение желаемого результата, однако при работе с объектами высокого разрешения вычислительные алгоритмы уступают предлагаемым другими разработчиками в производительности. Программное обеспечение Netfabb от той же компании автоматически корректирует объекты перед началом операции, но критерии коррекции слабо настраиваемы, вследствие чего топология конечного объекта может сильно измениться.

В том, что пользователь не получает желаемого результата, виновата нетерпимость алгоритмов к работе с объектами, имеющими неправильную топологию. Признаками неправильной топологии являются «скрытые» вершины, «дыры» и направления нормалей граней объектов. В более поздних версиях разработчики внесли возможность снизить нетерпимость алгоритмов к работе с объектами, имеющими искажённую геометрию, путём добавления опций, позволяющих программе игнорировать «дыры», собственные пересечения, однако эти нововведения не являются категоричным решением рассматриваемой проблемы, поэтому ответственность за исправление топологии 3D-объектов остаётся за пользователем. В качестве возможных путей к образованию правильной сетки объекта пользователю предлагается возможность автоматически заполнить «дыры», выделить «скрытые» вершины, поскольку не всегда является очевидным и вовсе их наличие, а также автоматически привести направление нормалей граней объекта к общему.

Однако инструментарий, предложенный разработчиками, не гарантирует получения пользователем желаемого результата, а лишь повышает его вероятность. Поэтому, в качестве

крайней меры, к которой пользователю следует обратиться, существует инструмент «реме-ша». Использование этой функции также имеет некоторые недостатки, поскольку, исходя из специфики работы инструмента, сходство между конечным объектом и начальным напрямую определяется количеством вершин в первом, и, чем больше их количество, тем больше приближение нового объекта к исходному.

В конечном итоге для того, чтобы получить желаемый результат перед использованием логических операций, необходимо самостоятельно анализировать исходные объекты, их разрешение, степень искажения, возможность и необходимость восстановления. В редких случаях пользователю придётся вручную править небольшие, но важные участки объектов, однако следует помнить, что большим объёмом работ должны заниматься алгоритмы программы, предложенные разработчиками.

### ***Библиографический список***

1. **Chronister J. Modifiers** // Blender Basics – 2011. – 122 с.
2. **Хапалова, Т.Ю.** Сравнительный анализ современных графических редакторов // Материалы VI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <https://scienceforum.ru/2014/article/2014006350> (дата обращения: 20.04.2022).

УДК 004.054

АНТОНОВА С.И., СИДОРОВА Е.В.

### **ПРИМЕНЕНИЕ КРИТЕРИЯ СТЬЮДЕНТА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВЕРСИЯМИ ВЕБ-ПРОЕКТОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Веб-проект – самостоятельная единица интеллектуальной продукции, которая выполняется и оформляется средствами технологий веб-дизайна. Стремительное развитие и модификация веб-дизайна с целью получения проектом большей прибыли ставит перед создателями задачу управления версиями веб-проектов. Внесенные изменения в текущий проект способны оттолкнуть пользователей от использования данного проекта и проект перестанет быть прибыльным для его владельца. Для принятия решения о внесении изменений в проект аналитики используют сбор аналитических метрик, на основе которых происходит сравнение старой и новой версии проекта и принимается решение о переходе на новую версию. Таким образом, задачу управления версиями веб-проекта можно свести к одной из задач математической статистики - проверке гипотезы о равенстве средних двух генеральных совокупностей. Выдвигается статистическая гипотеза об отсутствии существенных изменений в новой версии проекта и затем данная гипотеза проверяется с определенным уровнем доверительной вероятности.

Эффективным инструментом проверки статистических гипотез такого типа является критерий Стьюдента. Критерий Стьюдента направлен на оценку различий двух выборок из генеральной совокупности, которые имеют нормальный закон распределения, причем выборки могут отличаться по объему.

Алгоритм управления версиями веб-проектов на основе применения критерия Стьюдента будет содержать следующие шаги:

1. Выбор пользователей для первой экспериментальной группы, использующих старую версию проекта и второй экспериментальной группы, использующих новую версию проекта. Выборка должна быть репрезентативной и однородной.

2. Сбор аналитических метрик для каждой группы пользователей с помощью инструментов Яндекс.Метрика.

3. Расчет числовых характеристик выборочных совокупностей значений метрики для каждой из групп.

4. Проверка «нормальности» данных обеих выборок и в случае их «ненормальности» - стандартизация данных и пересчет выборочных числовых характеристик.

5. На заданном уровне доверительной вероятности/уровне значимости на основе критерия Стьюдента выполняется проверка гипотезы о равенстве генеральных средних значений метрики в обеих группах, как показателя отсутствия значимых изменений в новой версии веб-проекта.

6. Принятие решение о вводе в эксплуатацию новой версии проекта на основе выполненной проверки, если гипотеза отвергнута на заданном уровне доверия/значимости.



Если нет оснований отвергать основную гипотезу, то это говорит о том, что изменения метрик для новой версии не значимы, случайны и необходимо доработать новую версию и повторно выполнить проверку.

Таким образом, статистический критерий Стьюдента становится инструментом управления версиями веб-проектов с целью выбора более привлекательной с точки зрения конечных пользователей версии проекта.

УДК 004

ДУБОВ М.С., КЕРБЕНЕВА А.Ю., МИЛОВ В.Р., КАЛИНИНА Н.А.,  
АЛЕКСЕЕВ В.В., ЕГОРОВ Ю.С.

## СРАВНЕНИЕ ПОДХОДОВ ВЕКТОРИЗАЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕМАНТИЧЕСКОЙ БЛИЗОСТИ ТЕКСТА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЗАДАЧЕ ОЦЕНИВАНИЯ ОТВЕТОВ УЧАЩИХСЯ

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

В рамках разработки интеллектуальной системы тестирования знаний на основе семантического анализа рассматриваются два независимых подхода к оцениванию свободных ответов учащихся на открытые вопросы. Первый подход предполагает использование языковых моделей для русского языка RusVectores [1], которые позволяют представлять отдельные слова в виде векторов в многомерном пространстве и вычислять семантическое сходство на основе косинусной близости. Итоговый коэффициент семантической близости находится с помощью обобщения меры Сёренсена. Во втором подходе применяется предварительно обученная нейросетевая модель RuBERT [2] для построения контекстно-зависимых векторных представлений предложений с последующим вычислением косинусного сходства.

Предполагается, что ответы, отмеченные оценкой «5», должны быть максимально близки к эталонному ответу, в то время как ответы с оценкой «2» должны иметь наименьший коэффициент сходства. Для проверки предложенной гипотезы использовалась выборка данных (табл. 1), содержащая эталонный ответ на вопрос и ответы, оцененные экспертом (преподавателем) по 5-ти балльной шкале.

*Таблица 1*

**Пример фрагмента выборки данных**

Категория	Текст
Вопрос	«Электрическая цепь это – »
Ответ с оценкой «5»	«Совокупность компонентов электрической цепи, то есть активных и реактивных сопротивлений электрических приборов, источников питания и измерительных приборов, соединенных между собой проводами»
Ответ с оценкой «2»	«Последовательно соединённые электрические элементы»

Согласно представленным результатам оценки усредненных значений коэффициентов семантической близости (табл. 2), оба подхода подтверждают выдвинутую гипотезу – для пары наиболее близких ответов (эталонный и с оценкой «5») формируется максимальный коэффициент семантической близости, а для пары наиболее непохожих ответов (эталонный и с оценкой «2») – минимальный коэффициент, при этом прослеживается постепенное снижение значений коэффициентов.

## Результаты моделирования

Подход \ Пара	Эталон – Ответ с оценкой «5»	Эталон – Ответ с оценкой «4»	Эталон – Ответ с оценкой «3»	Эталон – Ответ с оценкой «2»
RusVectores	0.4635	0.3855	0.2775	0.2045
RuBert	0.9152	0.8905	0.7711	0.7234

Таким образом, можно сделать выводы об эффективности предложенных методик построения векторного представления текста и определения на его основе семантической близости применительно к задаче оценивания ответов учащихся.

Работа выполняется за счет средств гранта Фонда содействия инновациям (договор № 20ГСИИС12-D7/71364 от 10.12.2021г.).

*Библиографический список*

1. RusVectores: семантические модели для русского языка [Электронный ресурс] :- Режим доступа: <https://rusvectores.org/ru/>
2. BERT in DeepPavlov [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.deeppavlov.ai/en/master/index.html>

УДК 004.01.

ЗУБОВА Е.О., ШАМШИН М.Н.

**ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В ВИЗУАЛЬНОМ  
И ИЗМЕРИТЕЛЬНОМ КОНТРОЛЕ ПРИ ОБНАРУЖЕНИЕ ДЕФЕКТОВ  
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Выксунский филиал НИТУ «МИСиС»  
АО «Выксунский металлургический завод»

Компьютерное зрение (Computer Vision, CV) — это область искусственного интеллекта, связанная с анализом изображений и видео. [1]. Визуальный и измерительный контроль (ВИК) — это один из методов неразрушающего контроля, в первую очередь основан на возможностях зрения, объект контроля исследуется в видимом излучении. Используют для определения дефектной структуры материала. Дефекты, выявленные при визуальном и измерительном контроле, должны быть устранены до выполнения последующей технологической операции или до приемки объекта контроля.

Основные задачи визуального и измерительного контроля:

- 1) поиск поверхностных дефектов;
- 2) контроль геометрических параметров продукции;
- 3) принятие решения о соответствии продукции.

Поиск поверхностных дефектов реализуют на следующих стадиях производства: входной и сдаточный контроль, изготовление деталей и сборочных единиц, подготовка их к сборке, контроль выполненных сварных соединений, а также технических устройств и сооружений в процессе эксплуатации. Эту задачу применяют с целью выявления различных дефектов, например, деформаций, поверхностных трещин, расслоений, закатов, забоин и т.д. Эта задача включает в себя несколько подзадач: поиск дефектов, классификация дефектов и измерение геометрических параметров дефектов. Контроль геометрических параметров продукции проводят после визуального контроля или одновременно с ним [2]. Этот контроль проводится для определения геометрических параметров продукции. Несмотря на такие

преимущества визуального и измерительного контроля, как доступность применения и использование относительно простого и недорогого оборудования, это метод имеет ряд проблем: человеческий фактор, низкая достоверность полученных результатов, субъективность; высокие требования к профессионализму и опыту специалистов [3].

Все эти проблемы проявляются в условиях непрерывного производства, поскольку вручную невозможно проверить всю продукцию, только выборочно [3].

В металлургическом производстве такими задачами являются задачи визуального и измерительного контроля. Проведенный анализ показал, что в настоящее время задача контроля ВИК может быть автоматизирована с применением технологий компьютерного зрения практически полностью, с качеством, сопоставимым с человеком.

### ***Библиографический список***

1. **Зуйкова, А.** Что такое компьютерное зрение и где его применяют: [Электронный ресурс] // РБК Тренды – кто и как меняет глобальную экономику. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5f1f007e9a794756fafbfa83>. (Дата обращения: 23.03.2022).
2. Визуальный и измерительный контроль: [Электронный ресурс] // Литас. Неразрушающий контроль. Дефектоскопия. URL: <https://litas.ru/blog/stati/vizualnyy-i-izmeritelnyy-kontrol/>. (Дата обращения: 23.03.2022).
3. РД 03-606-03. Инструкция по визуальному и измерительному контролю: постановление Госгортехнадзора России от 11.06.03 № 92 // Российская газета - 2003. - № 120/1. – 67 с.

УДК 004.414

КВАСОВ А.С.

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ МАСШТАБИРОВАНИЕ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ФИНАНСОВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие финансовых технологий, в том числе работающих с децентрализованными сетями блокчейн, приобретает лавинообразный характер, и этому способствует повышение интереса к цифровым активам, в т.ч. криптовалюте. Это заставляет компании, работающие на финансовом рынке, пересмотреть взгляды на организацию процесса управления жизненным циклом (ЖЦ) информационных систем (ИС), которые в пиковые нагрузки могут перестать справляться с объемом транзакций.

Возникает задача моделирования процессов управления жизненным циклом информационной системы с целью создания мониторинга эффективности ее работы и ее интеллектуального масштабирования. Важнейшей задачей на этапе анализа и оценки исследуемой мониторингом системы является выбор показателей, с помощью которых будет оцениваться соответствие ИТ-сервисов требованиям SLA. Среди наиболее популярных показателей используются индикаторы или метрики - доступные наблюдению и измерению характеристики ИТ-сервисов и их взаимосвязей, по значению которых можно судить о состоянии, изменениях и поведению исследуемой информационной системы [1].

Для формирования сервисных метрик показателей ИТ-сервисов целесообразно использовать комплекс мер, включающий следующие методы: метод разработки метрик (GQM: Goal - Question - Measure), реализующий подход сверху-вниз - от целей к набору вопросов, позволяющих определить степень достижения цели, и набор метрик, обеспечивающих ответы на эти вопросы, метод контекст-анализа для определения допустимых значений метрик (одним из документов, подлежащих контекст-анализу является

SLA) и метод экспертных оценок для формирования весов и шкал метрик ИТ-сервисов [2].

Контроль ключевых метрик помимо общих инструментов, отвечающих за масштабирование ИС на основе загрузки мощностей, позволит своевременно запускать процессы дополнительной интеллектуализации масштабирования ИС, а также при необходимости сигнализировать о необходимости вмешаться в ЖЦ ИС.

Интеллектуализация масштабирования высоконагруженных информационных систем путем введения таких принципов будет прозрачной, динамически управляемой и не потребует непрерывного наращивания мощностей и штата обслуживающего персонала, что позитивно скажется на показателях возврата инвестиций в ИТ-инфраструктуру и росте капитала компаний, использующих финансовые технологии.

### ***Библиографический список***

1. **Квасов, А.С., Егоров Ю.С., Милов В.Р.** Интеллектуализация принимаемых решений при управлении жизненным циклом информационных систем в финтехе / Международная научно-практическая конференция «Информационные технологии и интеллектуальные системы принятия решений» (ITIDMS 2021).
2. **Сысоев, А.С.** Разработка моделей и методов мониторинга сервис-ориентированных информационных систем: Дис. ... канд. тех. наук. – Москва. - 2011.

УДК 004

КЕРБЕНЕВА А.Ю., ЕГОРОВ Ю.С., АЛЕКСЕЕВ В.В., ЯХОНТОВА Я.В.

### **ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ ПРЕДИКТИВНЫМ ИГРОВЫМ ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева,  
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 эмоционального состояния являются сами эмоции, которые определяются как особый процесс, выражающий переживание человеком его отношения к окружающему миру и самому себе. Каждый человек выражает эмоции несколько по-разному. Психологи выделяют ряд из 7 основных эмоций, а именно: 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.

Наилучшим методом для анализа визуальных данных являются глубокие нейронные сети. Подход распознавания эмоций, основанный на глубоком обучении, значительно уменьшает зависимость от моделей на основе физики лица, и др. методов предварительной обработки, позволяя обучению проходить непосредственно на входных изображениях.

Распознавание эмоций осуществляется ПИИИ с помощью библиотеки алгоритмов компьютерного зрения OpenCV, каскадного классификатора Хаара, который позволяет находить на изображении лица людей, а также разработанной и обученной в рамках проекта модели сверточной нейронной сети, выполняющей главную задачу распознавания.

В момент захвата изображения с камеры также осуществляется запись текущего времени. Захваченное изображение переводится в одноканальное в оттенках серого, если оно таковым не является, и далее осуществляется обнаружение лица на изображении с помощью каскадного классификатора. В результате определяются длины и координаты сторон прямоугольника, обрамляющего лицо человека на изображении.

По полученным данным выделяется часть изображения – лицо человека, на основе которого обученная модель нейронной сети формирует вероятностные предсказания по каждому виду эмоций. Результатом распознавания является та эмоция, которая имеет наибольшее значение предсказания.

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 06.09.18 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. **Егоров Ю.С., Сухова А.Д., Кербенева А.Ю.** Подход к созданию предиктивного игрового искусственного интеллекта, учитывающего психоэмоциональное состояние игрока // Материалы V Международной научно-практической конференции «Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн» (ВМПД-2018). – Тамбов: ТГТУ, 2018. С. 94-99.

УДК 004

КОРОТЫШЕВА А.А., ЖУКОВ С.Н.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОЖНЫХ СИТУАЦИЙ**

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Правила дорожного движения (ПДД), принятые во всех развитых странах, на данный момент не адаптированы под использование беспилотного транспорта [1]. При этом в мире ведутся не только разработки в этой области, но и производство беспилотных автомобилей, в частности, компаниями General Motors, концерн Volkswagen, Hyundai и др. В России первый прототип беспилотного автомобиля представлен командой Yandex Self-Driving Group (Yandex SDG) [2]. Однако такие машины чаще всего не могут ездить по областям, которые не анализировались внутренними датчиками, что снижает их уровень автономности. А частота, с которой водитель-наблюдатель вынужден брать на себя управление, имеет решающее значение в классификации автомобиля как беспилотного [3]. Сейчас для повышения уровня автономности, а именно езды в любых дорожных условиях, разрабатываются системы обнаружения окружающих объектов в режиме реального времени, для создания которых актуально использование методов машинного обучения.

Работа посвящена созданию системы распознавания дорожной ситуации во входящем потоке видеoinформации с применением сверточной нейронной сети YOLO [4]. Выполнен обзор существующих наборов данных дорожных объектов для обучения нейросетевых моделей. Сформирован собственный набор, содержащий аннотированные изображения

дорожных знаков, принятых в России [5], за основу которого взят датасет Russian Traffic Signs [6]. К части изображений была применена аугментация (вращение, изменение яркости, размытие и т.д.) для увеличения выборки [7]. Разработаны процедуры для определения объектов, встречающихся на дороге, и классификации сцен дорожных ситуаций. С использованием созданных процедур выполняется обнаружение объектов, встречающихся по маршруту движения и отнесение их к категориям, названия которых соответствуют ПДД. С учетом распознанных объектов осуществляется классификация дорожных ситуаций, описанных с помощью правил в базе знаний. Проведено тестирование интеллектуальной системы на изображениях и видео, снятых в различных погодных условиях, и выполнен анализ полученных результатов.

### *Библиографический список*

1. **Hörl S., Ciari F., Axhausen K.W.** Recent perspectives on the impact of autonomous vehicles // Institute for Transport Planning and Systems (IVT) - 2018.
2. «Яндекс» выделил беспилотники в отдельную компанию Yandex SDG, а «Драйв» присоединил к «Такси». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vc.ru/transport/155611-yandeks-vydelil-bespilotniki-v-otdelnuyu-kompaniyu-yandex-sdg-a-drayv-prisoedinil-k-taksi>, свободный. – Загл. с экрана. Дата обращения: 05.04.2022.
3. **Shaout, Adnan; Colella, Dominic; Awad, S.** Advanced Driver Assistance Systems - Past, present and future // Seventh International Computer Engineering Conference (ICENCO'2011) - 2011 – P. 72–82.
4. **Redmon J., Divvala S., Girshick R., Farhadi A.** You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition – 2016.
5. ГОСТ Р 52289-2019. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. Москва: Стандартинформ, 2020. (Технические средства организации дорожного движения).
6. **V.I. Shakhuro, A. Konushin.** Russian traffic sign images dataset // Computer Optics – 2016 – 40(2) - P. 294-300.
7. **Shorten, Connor; Khoshgoftaar, Taghi M.** A survey on Image Data Augmentation for Deep Learning // Mathematics and Computers in Simulation – 2019 – 6(60).

УДК 004.021

КОСТЮК В.И.

## **НЕЙРОСЕТЕВОЙ СИНТЕЗ КОНТУРА СТАБИЛИЗАЦИИ УГЛА ТАНГАЖА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

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

Основными назначениями системы стабилизации летательного аппарата является обеспечение устойчивости и управляемости на всей траектории полета [1]. Общепринятой техникой синтеза является построение линейного адаптивного закона управления, однако в случае сильной нелинейности и неопределенности динамических характеристик летательного аппарата приведенный метод показывает недостаточную эффективность.

В настоящее время для решения подобных задач хорошо зарекомендовали себя методы машинного обучения и глубокие нейронные сети. Обучение с подкреплением – парадигма машинного обучения, в которой изучается последовательное принятие решений для достижения поставленной цели.

Для применения алгоритмов обучения с подкреплением необходимо поставить задачу и цель обучаемого агента. Задачей обученного агента является подбор передаточных чисел контура стабилизации. Моделью окружения является замкнутый контур стабилизации в продольном канале.

Закон формирования управляющего сигнала в контуре по углу тангажа представлен в следующей форме:

$$\delta_z^{зад} = k_n \Delta \vartheta + k_{wz} \omega_z + k_a \alpha$$

Разработку и обучения агента производим с помощью средств программного комплекса MATLAB: «Deep Network Designer» и «Reinforcement Learning Designer». Окончанием обучения будем считать превышение определенного уровня средней наградой, рассчитанной за последние 20 шагов. На рис. 1 и 2 представлены график переходного процесса и соответствующие ему передаточные числа, которые подбирала обученная нейронная сеть.

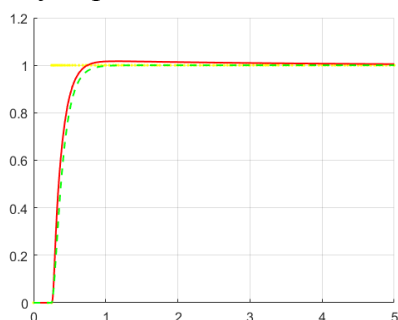


Рис.1. Получившийся переходной процесс

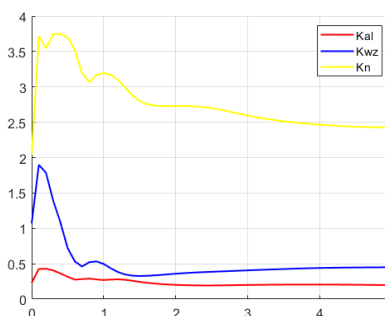


Рис.2. Подобранные передаточные числа

Таким образом, можно сделать вывод, что обученная нейронная сеть способна производить подбор передаточных чисел в контуре стабилизации по углу тангажа, обеспечивающая необходимое качество переходного процесса.

### *Библиографический список*

1. **Топчеев, Ю. И.** Системы стабилизации / редкол. Б. А. Рябов, А. С. Шаталов, В. А. Боднер, Ю. И. Топчеев. – М.: Машиностроение, 1974. – 248 с.
2. **Лонца, А.** Алгоритмы обучения с подкреплением на Python / пер. с англ. А. А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 286 с.: ил.

УДК 004.09

МАЛКОВА В.И.

## **ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПРОЕКТА В ANDROID STUDIO ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ**

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

Перед автором была поставлена задача создания мобильного приложения по курсу «Матричные уравнения и неравенства в задачах теории управления», целью которого является ознакомление студентов с основами полуопределенного программирования и его применением к задачам теории управления [1].

Весь графический интерфейс данного проекта был построен с помощью языка разметки XML. Используя язык XML в Android, можно легко разрабатывать макеты пользовательского интерфейса и содержащиеся в них элементы экрана аналогично тому, как создают-

ся веб-страницы в HTML. В приложении есть несколько типов файлов, выполняющие разные функции:

1. XML-файлы макета используются для определения фактического пользовательского интерфейса приложения.

2. XML-файл манифеста (Manifest.xml): этот XML-файл используется для определения всех компонентов приложения.

3. XML-файл строк (strings.xml): этот XML-файл используется для замены жестко запрограммированных строк одной строкой.

4. XML-файл стилей (styles.xml): этот XML-файл используется для определения различных стилей и вида пользовательского интерфейса приложения.

5. Графические файлы xml (Drawable): это те файлы xml, которые используются для предоставления различной графики элементам или представлениям приложения.

6. XML-файл цвета (colors.xml): этот файл используется для определения цветовых кодов, которые используются в приложении.

7. XML-файл измерения (dimens.xml): этот XML-файл используется для определения размеров представления [2].

Для добавления новых функций, которые отсутствуют в среде Android Studio, были использованы сторонние библиотеки, которые прописываются в модульной системе Gradle в функции Dependencies. В приложении для создания интерфейсов экран чаще всего используется LinearLayout – контейнер для визуальных элементов (или ViewGroup), в котором элементы располагаются последовательно по горизонтали или вертикали. Компонент TextView – отображает текст для пользователя и при желании позволяет им редактировать его. TextView – это полный текстовый редактор, однако базовый класс настроен так, чтобы не разрешать редактирование. Компонент ImageView отображает ресурсы изображения, например Bitmap или Drawable ресурсы. ImageView также обычно используется для применения оттенков к изображению и обработки масштабирования изображения. Компонент Button – кнопка – состоит из текста или значка, которые сообщают, какое действие происходит, когда пользователь на нее нажимает [3].

#### ***Библиографический список***

1. **Емельянова, Ю.П.** Матричные уравнения и неравенства в задачах теории управления: учеб. пособие / Ю.П. Емельянова, П.В. Пакшин; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2020. – 125 с.
2. **XML in Android: Basics and Different XML Files Used in Android** [Электронный ресурс]. URL: <https://abhiandroid.com/ui/xml> (дата обращения: 25.04.22).
3. **Developer Guides** [Электронный ресурс]. / Android for Developers. URL: <https://developer.android.com/guide/> (дата обращения: 25.04.22).

УДК 004.021

МАНГИЛЕВ Л.С., ЭВАРТ Т.Е.

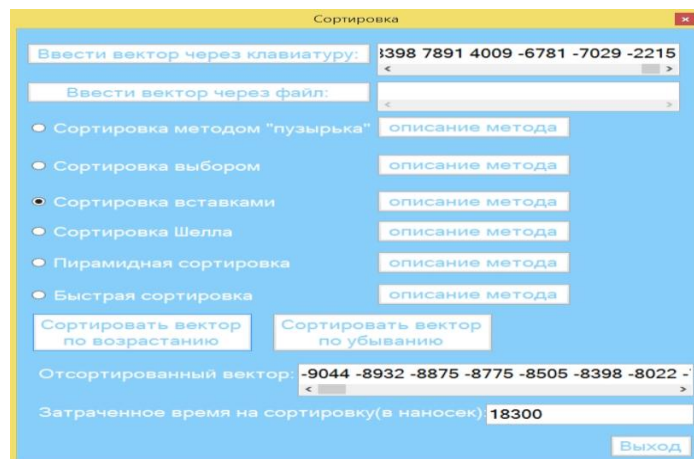
### **РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКОГО ПРИЛОЖЕНИЯ WINDOWS FORMS НА C++ В VISUAL STUDIO, РЕАЛИЗУЮЩЕГО МЕТОДЫ СОРТИРОВКИ**

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

В настоящее время в различных областях науки и промышленности часто стоят задачи обработки массивов данных, которые содержат большое количество элементов: базы данных, библиотеки, интернет-каталоги. Становится актуальным создание графических приложений, которыми смогут пользоваться специалисты своей предметной области.



Для реализации алгоритмов сортировки было разработано приложение с графическим интерфейсом, в котором реализована возможность ввода элементов массива с клавиатуры, вывода отсортированного массива, созданы переключатели выбора алгоритма сортировки. Приложение позволяет сортировать введенные пользователем элементы массива наиболее распространенными методами сортировки: пузырька, вставками, выбором, быстрой сортировкой и Шелла [1]. Для создания графического приложения использовалась интегрированная среда разработки Visual Studio 2019. Способы сортировки при необходимости можно сравнивать друг с другом, при этом используя разные критерии, включая такие, как: занимаемая память, процессорное время, сложность в плане реализации, применимость к различным типам данных. В разработанном приложении специально создано окно, в котором отображается время, затраченное на сортировку каждым методом.



**Рис.1. Окно графического интерфейса**

Созданное приложение облегчает решение различных прикладных и инженерных задач, связанных с обработкой массивов данных. Важным преимуществом приложения является возможность работы без полноценной установки среды программирования Visual Studio

### ***Библиографический список***

1. **Шагбазян Д. В.** Алгоритмы сортировки. Анализ, реализация, применение: учебное пособие / Д.В. Шагбазян, А.А. Штанюк, Е.В. Малкина - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2019. – 42с.
2. **Белая, Т.И.** Программирование: основы языка C++ : учебное пособие / Т.И. Белая. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2020.- 171 с.

УДК 004

ОГАНЕСЯН А.З.

## **РЕАЛИЗАЦИЯ ВЕБ-ИНТЕРФЕЙСА НА ОСНОВЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ПОЛНОТЕКСТОВОГО ПОИСКА ПО ВИДЕО-ФАЙЛАМ**

МБОУ СОШ №101

На сегодняшний день огромное количество информации в сеть поступает в виде видео или аудио файлов. Куда легче усвоить какую-либо информацию, просмотрев видео. Из-за большого поступления новых видео стало сложнее найти нужный видеоролик. Этот процесс

можно упростить, используя для поиска фразы, которые в нём произносились. Ручная расшифровка аудио — трудоёмкий процесс, но существуют инструменты, которые автоматически переводят голос в текст с приемлемым качеством — программы транскрибации. Если собрать базу видео-роликов, транскрибировать их и проиндексировать результат в базе данных, можно сделать приложение, которое будет искать видео-ролики по произнесенным внутри фразам.

Целью моей работы является создание такого поисковика.

Для решения поставленной цели требуется выполнение нескольких задач:

1. С помощью специальной библиотеки транскрибировать большое кол-во видеороликов в текст.
2. Придерживаясь единой архитектуры занести данные файлы вместе с информацией о видео, из которого был взят текст, в базу данных.

Для каждого видео:

- массив, в который вложены все фразы, произнесённые в видео;
- поле, в котором хранится название видео;
- поля, хранящие ссылку на данное видео и его иконку.

3. Реализовать веб-интерфейс, который будет передавать пользовательские поисковые запросы через интернет на сервер в базу данных и отображать результат в веб-браузере на устройстве пользователя.

Для этого нужно:

1. Реализовать поисковую строку, в которую пользователь сможет ввести фразу для поиска.
2. Принимать данную фразу и передать её на сервер.
3. Произвести по данной фразе поиск в базе данных.
4. Вернуть результаты поиска на страничку.

В своей работе я нашёл подходящую библиотеку для реализации моей цели и с её помощью транскрибировал нужные мне видео в текст. За счет перевода в текст группы видео и переброса файлов в базу данных у меня получилась система, в которой можно искать нужные видео-ролики по тексту, который в них произносился. На основе этой системы я реализовал веб-приложение с поисковым интерфейсом.

УДК 004

ПЕЧЕНЕВ Т.Ю., ЛЕСНОВ И.В.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТА АВТОМОБИЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире существует огромное количество автомобилей разных марок и цветов. Разнообразие настолько велико, что при необходимости распознавания автомобиля глазами человек может просто не обладать достаточным количеством информации о существующих типах машин.

На данный момент установлено достаточно большое число камер наблюдения. Они установлены непосредственно в городах, на выездах, на дорогах общественного пользования, на домах. В случае возникновения происшествия, они используются для обнаружения подозреваемых. Однако их можно использовать не только в целях обнаружения, но также и в целях предупреждения предотвращения совершения происшествия, в частности применительно к дорожно-транспортным происшествиям.

Основная гипотеза – применение методов глубокого обучения для определения цвета

автомобиля путем классификации позволит за более короткий срок определять местоположение подозреваемого, правонарушителя. Альтернативная гипотеза – применение методов глубокого обучения не даст желаемых результатов, поскольку большинство систем видеонаблюдения децентрализовано и не подчиняется единому органу.

В контексте данной проблемы отдается предпочтение остаточным нейронным сетям. Остаточные нейронные сети позволяют тренировать модели невероятной глубины, от 1000 слоев [1]. Такие сети обладают приоритетом в решении задач компьютерного зрения.

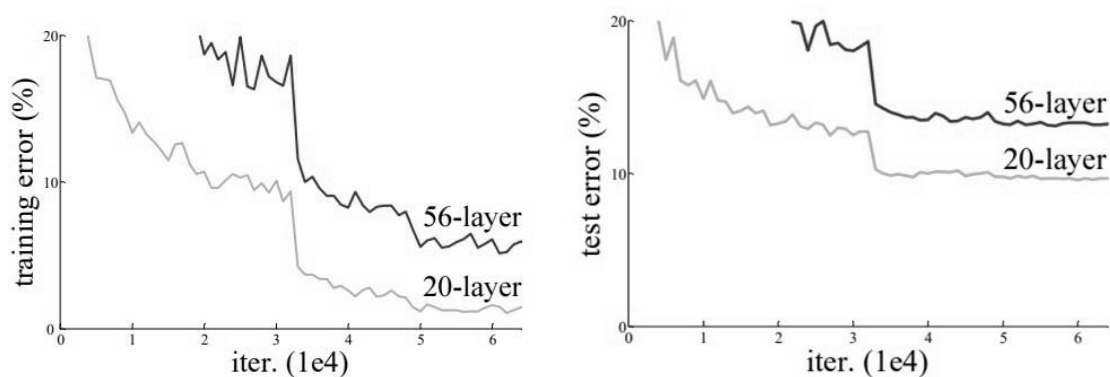
Цветовое пространство. Несомненно, существует чрезвычайно большое количество цветов. Производители автомобилей могут давать название цвету, основываясь на своих предпочтениях или предпочтениях потребителя. Однако, для решения задачи и для устранения неоднозначности в определении цвета требуется более консервативный подход. Будут использоваться следующие цвета:

- белый;
- черный;
- красный;
- желтый;
- зеленый;
- синий;
- голубой;
- фиолетовый.

Формирование цвета объекта изображения из трех главных аспектов: освещения, отражения материала, обнаружение/наблюдение [2]. Освещение объекта состоит из многих факторов: время суток, освещение города, отражение от сторонних объектов. Второй аспект включает в себя материал, на который падает освещение. Матовый цвет краски дает более четкое понимание цвета объекта, нежели глянцевый, который может отражать на себе целую палитру цветов. В-третьих, свет, зафиксированный или наблюдаемый камерой. Это объединение энергии фотонов в некоторой полосе пропускания, в некоторой площади, в течение промежутка времени. Все это формирует цвет объекта на конечном изображении.

Выбор цветового пространства падает на модель RGB. Довольно консервативный подход для решения подобной задачи. Поскольку, как было сказано ранее, цвет объекта изображения зависит от 3 аспектов, уменьшение классов цветов позволит расширить область действия модели, т.е. определение цвета объекта при различных погодных условиях, а также в разное время суток.

Алгоритм остаточных нейронных сетей. В последнее время сверточные нейронные сети стали терять приоритет в задачах компьютерного зрения. Поскольку при достижении значимой глубины модели вероятность возникновения ошибки увеличивалась. Авторы [3] статьи приводят результаты экспериментов. Зависимость вероятности ошибки от глубины показана на рис. 1.



**Рис. 1. Сравнение 20 и 56-слойных моделей**

Следующее поколение нейронных сетей – остаточная нейронная сеть, в которой используется техника пропуска соединения. Подход данной сети заключается в том, что вместо обучения базовому отображению, сеть обучается остаточному отображению.

Метод пропуска соединения необходим для избегания проблемы исчезновения градиента и деградации модели. Пропуск также увеличивает скорость обучения модели.

В данной [4] статье рассматривается ResNet10. Данная остаточная нейронная сеть имеет ряд преимуществ для решения задачи:

- возможность использования низких производственных мощностей;
- высокая точность обучаемых моделей;
- возможность использования обученной модели с помощью удаленного доступа;
- широко используется в задаче классификации изображений.

Предлагаемое решение проблемы. Процесс отслеживания автомобиля трудоемкое занятие, если на нем не установлено трекинг-систем:

- формирование выборки автомобилей по запросу поиска;
- выдачу подробной карты с местоположением камер и выборки изображений по данным камерам;
- оценка временных интервалов на затраченный путь при движении из области поиска к точке местоположения камеры;
- отсев вариантов не подходящих по условию;
- выдача списка для дальнейшего взаимодействия.

Благодаря такому подходу, при поступлении жалобы есть возможность мгновенного реагирования. Система будет выдавать список мест с совпадающими характеристиками автомобилями, тем самым сократит время поиска.

Остаточные сверточные сети имеют достаточно малый процент ошибки в решении задач классификации изображений. Это добавляет процент обнаружения по заданным условиям.

Изображение объекта имеет большое значение для обученной модели. Учет всех трех аспектов может уменьшить процент ошибки модели.

Система камер, установленная на дорогах общественного пользования, может дать детальную информацию о пути следования автомобиля. Однако централизованная система для всех камер наблюдения лишает возможности подозреваемого, нарушителя скрыться.

Обученная модель будет распознавать цвет автомобиля, потребуется совокупность моделей с дополненным списком характеристик (марка, модель, номер, тип и др.).

### ***Библиографический список***

1. **Targ S.** Resnet in resnet: Generalizing residual architectures / Targ S., Almeida D., Lyman K. – arXiv preprint arXiv:1603.08029, 2016. – 1 с.
2. **Gevers T.** Color in computer vision: fundamentals and applications / Gevers T., Gijzenij, A., Van de Weijer, J. – John Wiley & Sons, 2012. – Т. 23. – 126 с.
3. **Poojary R.** Comparative study of model Optimization techniques in Fine-Tuned CNN Models / Poojary R., Pai A. – 2019 International Conference on Electrical and Computing Technologies and Applications (ICECTA). – 2019. – 3 с.
4. **Gong J.** ResNet10: A lightweight residual network for remote sensing image classification / Gong, J., Liu, W., Pei, M., Wu, C., & Guo – 14th International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation (ICMTMA). – 2022. – 977 с.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕРАКТИВНОГО УЧЕБНОГО КОНТЕНТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие современных технологий предоставляет возможность использования в качестве учебного материала электронный контент, размещенный в Интернет и/или Интранет. По данным аналитической компании IDC, проводившей исследование по заказу EMC Corporation, объем контента с каждым годом увеличивается в геометрической прогрессии. При этом зачастую при обращении к Интернет проблемой оказывается не отсутствие искомой информации, а возможность ее найти. Как правило, обычный человек в силу разных обстоятельств не может или не хочет тратить на поиск нужного ему ответа больше 15-20 минут. Поэтому актуальным становится подход к отбору и представлению контента в удобной для пользователя форме.

Для этого необходима разработка средств, обеспечивающих мобильность электронного контента, упрощающих и повышающих оперативность доступа к нему.

Автоматизированная система формирования интерактивного учебного контента должна отвечать следующим требованиям:

- предоставлять пользователю возможность работать с качественным и структурированным учебным материалом;
- сокращать затраты времени на поиск, систематизацию и анализ учебного контента;
- предоставлять пользователю возможность подготовки учебного контента в различной форме.

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

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

Обработанный автоматизированной системой контент предлагается пользователю системы как «концентрированная» выборка согласно содержанию запроса. Пользователь всегда имеет возможность внести изменения в структуру электронного материала, полученного от системы.

Ожидается, что развиваемый подход к формированию учебного контента, основанный на разработке процедур обработки неструктурированной, разнородной информации [1] с помощью автоматизированной системы, позволит повысить эффективность получения знаний. Применение предложенного подхода будет способствовать интеллектуализации процессов обработки информации и ее оптимизации [2].

### *Библиографический список*

1. **Кербенева, А.Ю., Егоров Ю.С., Алексеев В.В., Чупров Д.А., Маров А.В.** Интеллектуальный анализ и обработка больших массивов видеоматериалов с использованием технологий глубокого машинного обучения // Материалы XIX всероссийской молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки» (БТН-2020). - Н. Новгород: НГТУ, 2020. С. 71-72.

2. **Егоров, Ю. С.** Подход к концептуальному проектированию интеллектуальных информационных систем // Сборник докладов XIX Всероссийской научной конференции «Нейро-компьютеры и их применение». – М.: МГППУ, 2021. С. 62-63.

УДК 004

СОКОЛОВ И.В., ЕГОРОВ Ю.С., ГОЛУБЕВ Д.Е.

## **РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЕБ-СЕРВИСА УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИГРОВЫХ МЕХАНИК ВОВЛЕЧЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В настоящее время компании вкладывают всё большие бюджеты в маркетинг и рекламные компании для привлечения, вовлечения и удержания потенциальных клиентов, в связи с чем становится актуальными оптимизация расходов компании на привлечение потенциального клиента, а также модернизация способов удержания вовлеченности клиента для дальнейшей продажи продукта или услуги. Веб-сервис управления бизнес-процессами с применением игровых механик вовлечения пользователей, а также разработка и внедрение в него рекомендательной системы, позволят добиться поставленных целей [1].

Для разработки рекомендательной системы необходимо решить три задачи: учет взаимодействия пользователей с продуктами, выбор предикторов и структурирование самих рекомендаций [2].

Первым шагом к обучению рекомендательной модели является форматирование данных взаимодействия. На этом этапе данные с рейтингами разбиваются на два набора: набор для обучения и набор для тестирования. Существуют различные принципы такого разбиения, однако, для упрощения, был выбран принцип Парето.

Далее необходимо реорганизовать рейтинги в матрицу, в которой каждая строка представляет собой пользователя, а каждый столбец – продукт. Значения  $[i, j]$  в этой матрице являются взаимодействием пользователя  $i$  с продуктом  $j$ .

Следующим шагом является создание коллаборативного фильтра, который позволяет узнать, какие пользователи имеют схожие вкусы, и рекомендует пользователю продукты на основе того, что понравилось подобным ему пользователям. Распространенным способом сделать это является матричная факторизация, когда две матрицы (пользователей и продуктов) при умножении друг на друга аппроксимируют взаимодействия.

Таким образом, сформировано 2 матрицы индикаторов, создан коллаборативный фильтр с 5 компонентами. Для повышения эффективности системы, была выполнена настройка функции потерь, которая принимает во внимание прогнозы и взаимодействия, а также вычисляет штрафы, которые система пытается уменьшить в процессе обучения.

После обучения модели описанным образом была использована дополнительная информация о продуктах (метаданные) для обогащения рекомендаций. Полагаясь на предикторы метаданных и не используя предикторы индикаторов, можно рекомендовать продукты, которых не было при обучении модели. Точно так же, если в наличии есть ценные пользовательские метаданные, можно избежать использования пользовательских индикаторов и делать прогнозы для пользователей, которые никогда ранее не взаимодействовали с продуктом. Это называется рекомендацией для «холодного старта».

В результате была разработана рекомендательная система для веб-сервиса управления бизнес-процессами с применением игровых механик вовлечения пользователей, позволяющая рекомендовать продукты и услуги на основе метаданных.

### *Библиографический список*

1. **Соколов, И.В., Егоров Ю.С., Алпеева А.А.** Разработка системы управления бизнес-процессами продаж с применением игровых методов вовлечения пользователей // Сборник трудов XXVII Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии». – Н. Новгород: НГТУ, 2021. С. 198-204.
2. **Фальк, К.** Рекомендательные системы на практике / К. Фальк. – М.: Изд.дом «ДМК-Пресс», 2020. – 448 с.

УДК 004

ТОЧИЛИНА М.В

### **ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ РАСПОЗНАВАНИЮ ОБЪЕКТА НА ФОТОГРАФИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОБСТВЕННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ, СОЗДАННОЙ ИЗ 3D-МОДЕЛИ ОБЪЕКТА**

Муниципальное автономное образовательное учреждение  
«Школа №128»  
Автозаводского района г. Нижнего Новгорода

Среди современных архитектур нейронных сетей существуют нейронные сети, которые распознают объект на фото. При обучении подобной нейронной сети распознаванию нового объекта, значительные затраты труда происходят на этапе подготовки обучающей выборки — размеченные изображения целевого объекта. Во-первых, требуется собрать достаточно обширную базу изображений объекта (для качественного распознавания — сотни или тысячи единиц). Во-вторых, требуется произвести разметку собранных изображений — отметить на них точные границы, где находится целевой объект. Часто оба этапа производятся вручную. Появление технологии, которая позволяла бы генерировать обучающую выборку для некоторого класса объектов автоматически, смогло бы сэкономить этот труд и облегчить процесс внедрения распознающих сетей в новые проекты.

Целью моей работы является тестирование методики создания обучающей выборки для распознавания объекта на изображении из 3D-модели объекта. Я возьму 3D-модель объекта, сгенерирую из нее серию изображений, использую их для обучения нейронной сети и проверю, сможет ли обученная таким образом нейронная сеть найти такой объект на обычном фото.

Для решения поставленной цели требуется выполнение следующих задач:

1. Написать программный модуль, который генерирует изображения объекта с разных ракурсов, используя его 3D-модель.
2. Создать из сгенерированных таким образом изображений объекта размеченную обучающую выборку, которая сможет быть использована для обучения нейронной сети.
4. Обучить нейронную сеть, специализирующуюся на распознавании объектов (класс архитектур — «object detection»), на созданной обучающей выборке.
5. Проверить, сможет ли обученная таким образом нейронная сеть распознавать целевые объекты на фото.

В качестве тестовых примеров выбираю статичные объекты, в обычной жизни не меняющие формы, т. к. для объектов постоянно меняющейся формы предложенная техника не подойдет.

Результатом моей работы должен стать ответ на вопрос — может ли 3D-модель объекта быть использована для того, чтобы обучить нейронную сеть распознавать такой объект.

Подтверждением гипотезы будет нейронная сеть, которая умеет распознавать целевой объект на фотографии.

УДК 371.69:004.85

УСТЮЖАНИН И.П., ПАКШИНА Н.А.

## **ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО КУРСУ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ»**

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

В арсенале электронных средств обучения, предназначенных для сопровождения лекционных занятий, одним из главных и самых популярных средств является электронная презентация. Ведь именно презентации – тот стержень, на базе которого формируются многие современные средства обучения [1, с. 33]. По этой причине в курсах «Компьютерные технологии в науке и образовании» и «Компьютерные технологии обучения» студентов и магистрантов знакомят с основными принципами их построения.

Актуальна ли данная тема? Не секрет, что сейчас практически все школьники неплохо владеют технологией создания презентаций с использованием Power Point. Но, к сожалению, их умения кажутся исключительно уровня добавления каких-либо эффектов, а никак не учета особенностей восприятия информации, ее запоминания и освоения. Те рекомендации Дейла Карнеги, что сопровождают некоторые версии Power Point, относятся в большей мере к презентациям рекламного характера, а не созданию полноценных средств обучения.

Перед авторами была поставлена задача разработать небольшой электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по данной теме. Создание ЭУМК и их применение хорошо вливается в тенденцию использования компьютеров в процессе обучения, перехода от бумажных пособий к электронным, что соответствует духу современности [2, с. 71]. При наполнении комплекса контентом акцент был сделан на принципы визуализации, модальности, структурной четкости и края. Кроме того, приведен ряд рекомендаций, призванных улучшить восприятие учебного материала: расположение текстовой и визуальной составляющей вертикальными блоками, минимизация слайдовых режимов, учет психологического феномена воздействия красоты и выбор цветовой гаммы для создания зрительного комфорта др.

В результате были созданы электронное средство на базе Web-технологий и две компьютерных презентации, в основу которых положены пособие и монография [1, 3]. Минипособие предназначено для самостоятельной работы в условиях дистанционного обучения, а презентации для сопровождения аудиторных лекционных занятий. Но, они остались бы просто источниками информации и не стали бы средствами обучения, пока к ним не подсоединили проверочные средства. В нашем случае в качестве контроля используются компьютерные тесты со случайной выборкой вопросов из базы. Выдача результатов тестирования сопровождается утешительными подбадривающими комментариями, на случай неправильных ответов.

В качестве средств реализации ЭУМК использовался язык разметки Web-документов HTML, для оформления – CSS, для создания тестирующих программ – язык JavaScript.

Данный электронный учебный комплекс прошел апробацию в группе АСПМ 19-1 и доработан в соответствии с замечаниями и пожеланиями студентов.

### ***Библиографический список***

1. **Пакшина, Н.А.** Введение в компьютерные технологии обучения: учеб. пособие / Н.А. Пакшина. – Нижний Новгород: НГТУ, 2010. – 199 с.



2. **Шмелев, С.В.** Электронный учебно-методический комплекс «MS Excel» / С.В. Шмелев, Н.А. Пакшина // Актуальные проблемы, тенденции и перспективы дистанционного образования в России – Киров, 2015. – С. 71-74.
3. **Рейнольдс, Г.** Обнаженный оратор. Дао презентации. – СПб: Питер, 2012. – 208 с.

УДК 004.921+004.946

ХАРИТОНОВ Л.С., КУРНЕНКОВ А.В., ЭВАРТ Т.Е.

## **РАЗРАБОТКА AR-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ ПРИНЦИПА РАБОТЫ И ВНУТРЕННЕГО УСТРОЙСТВА ПРИБОРА**

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

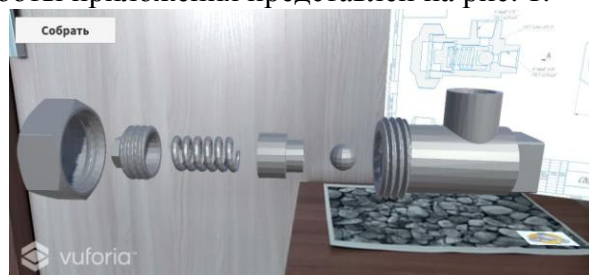
Дополненная реальность (ДР, AR – Augmented Reality) представляет собой набор технологий наложения цифрового слоя или объектов поверх видеопотока, поступающего с камеры устройства в реальном времени. Она призвана преодолеть разрыв между реальным физическим миром и миром цифровых данных. На сегодняшний день существует большое разнообразие аппаратного окружения для ДР, что даёт применять её во многих сферах жизни. Так, AR используется в образовании, медицине, военном деле и авиации, архитектуре, дизайне, Интернете вещей, для замены бумажных руководств цифровыми [1] и т.д.

Для диагностики неисправностей прибора или в учебных целях удобно не просто представлять его принцип работы и внутреннее устройство, но и максимально точно и подробно визуализировать эти данные, поэтому целью данной работы является разработка AR-приложения для демонстрации устройства прибора и его принципа работы на основе 3D-модели с помощью AR-платформы Vuforia в среде разработки видеоигр Unity3D.

Vuforia Engine – это облачная AR-платформа, интегрированная с игровым движком Unity. Работа по созданию AR-приложений заключается в заведении проекта и объектов проекта в Vuforia, а разработка 3D-сцен для объектов проекта осуществляется в Unity3D [1].

Определим концепцию приложения. При наведении камеры смартфона на метку-изображение пользователь должен видеть на экране заранее подготовленную 3D-модель клапанного пневмоаппарата, наложенную поверх видеопотока, поступающего с камеры. Рядом с моделью нужно разместить её чертёж. Также необходимо обеспечить возможность демонстрировать принцип работы изделия, а также разбирать и собирать его, нажимая на соответствующие кнопки (виртуальные и экранные).

Все анимации были созданы с помощью трёх базовых аффинных преобразований. Управление моделью происходит с помощью кнопок, обработчики нажатия на которые пишутся на языке C#. В качестве анимации по умолчанию установлена «пустая» анимация. В итоге проект Unity должен иметь такую иерархию, чтобы все объекты дополненной реальности были связаны с AR-камерой и маркером. Экранные кнопки отображаются независимо от того, обозревает ли камера метку, и привязываются к полотну, имитирующему экран (объекту Canvas). Скриншот работы приложения представлен на рис. 1.



**Рис. 1. Скриншот разработанного приложения**

1. **Пирогова, М.А.** Обзор передовых платформ дополненной реальности для разработки промышленных приложений уровня «рабочее место» / М.А. Пирогова, И.Е. Лешихина, В.А. Краюшкин // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2021. – № 4(184). – С. 7-12. – DOI 10.52190/2073-2597\_2021\_4\_7

УДК 004.7:004.8944

ШАМАСНА ХАМЗА А.Х.

## **СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Интерес к интеллектуальным системам управления обусловливается рядом причин. Традиционные технологии уже не в состоянии обеспечить требуемого повышения качества управления, поскольку не учитывают всех неопределенностей, воздействующих на систему. Попытка совершенствования известных алгоритмов адаптивного управления не всегда дает желаемый результат. Это объясняется как сложностью самих алгоритмов, так и сложностью их реализации на цифровой технике с учетом условия обеспечения устойчивости дискретной системы управления [1].

При построении распределенной интеллектуальной системы обработки информации и поддержки принятия решений необходимо: обеспечение автоматической подстройки к изменению параметров системы и объекта управления, обеспечение высокой адаптивности к внешним возмущающим воздействиям различной природы, сохранение работоспособности в условиях неопределенности, прогноз возможного развития событий, возможность организации режимов самообучения на основе обобщения и анализа результатов функционирования, наличие развитого человеко-машинного интерфейса [2].

Различные по назначению интеллектуальные системы обладают рядом общих архитектурных особенностей.

Существует двунаправленный поток информации, от нижнего слоя к верхнему и навстречу от верхнего слоя к нижнему.

Верхние уровни обычно связаны с более медленными процессами, которые требуют более длительной обработки, и зачастую характеризуются большими объемами информации.

При перемещении от нижнего уровня к верхним, происходит повышение интеллектуальности при понижении точности соответствующих процедур. При этом на более высоких уровнях повышается уровень абстракции.

Концепция построения интеллектуальных систем управления основана на четырех ключевых положениях: теории ситуационного управления; иерархическом принципе построения системы управления; обоснованном использовании четырех интеллектуальных технологий, наиболее разработанных на сегодняшний день (экспертные системы, нечеткая логика, нейронные сети, ассоциативная память); адекватном соответствии степени интеллектуальности (в малом, в большом и целом) факторам неопределенности, действующим на систему [3].

Важно подчеркнуть, что создание интеллектуальных систем управления для автономных роботов открывает широкие перспективы построения мультиагентных робототехнических систем, что крайне важно в контексте тех исследований и разработок, которые ведутся по проблематике сетецентрических систем [4].

### *Библиографический список*

1. **Лохин, В. М.** Интеллектуальные системы управления – перспективная платформа для создания техники нового поколения.
2. **Милов, В.Р., Цыс В.М., Егоров Ю.С., Алексеев В.В., Севрюков А.А.** Способ организации доступа и визуализации данных мониторинга распределенных технических объектов // Информационно-измерительные и управляющие системы. № 7. 2013. С. 59-66.
3. **Остроух, А. В.** Интеллектуальные системы: учебное пособие с. 8-10
4. **Макаров, И.М., Лохин В.М., Манько С.В., Романов М.П.** От интеллектуальных роботов – к мультиагентным робототехническим системам // Военный парад, №5(101), 2010.

УДК 004.7

ЯКИШИНА М.В., ОГОРОДНИКОВ К.О.

### **ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНЫЙ КОМПЛЕКС ПО ТЕМЕ «СЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

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

Одним из важных факторов улучшения образования является повышение мотивации. Для этого в учебный процесс необходимо включать знакомство с историческими аспектами той или иной дисциплины, с учеными [1, с. 114]. Это помогает сделать изучение дисциплины более интересным. В настоящее время существует множество подходов к преподаванию истории науки. В первую очередь следует упомянуть традиционные презентации и видеоролики [2].

Авторами был разработан интерактивный видеурок с соревновательными элементами. Реализацию решено было проводить на мультимедийной основе, а точнее с помощью программы тестирования, видео и веб-технологий. Данный продукт состоит из нескольких частей.

Во вводной части приводится список ученых, инженеров и программистов, внесших весомый вклад в развитие сетевых технологий. Далее следуют три видеоклипа, посвященные жизни и деятельности трех крупнейших специалистов в этой области, а именно Вэннивару Буша, Тима Бернерса-Ли и Рэя Томлинсона.

После каждого ролика следует тест, содержащий вопросы по изученному материалу. Пройдя тестирования на экран выводится количество набранных баллов. Если студент набрал достаточное количество баллов, то система предлагает двигаться к изучению следующего материала, в противном случае необходимо заново посмотреть видео и пройти тестирование.

По результатам интерактивной работы с компьютером выводится общее количество набранных баллов, которое, кроме правильности ответов, зависит от времени, затраченного на работу с данной системой. Побеждает студент, набравший наибольшее количество очков за минимальное время.

Данный интерактивный видеурок был разработан с помощью языка разметки HTML, средства оформления CSS и библиотеки JQuery, позволяющей разработать таймер обратного отсчета и обработку результатов тестирования.

Разработанная система позволяет экономить учебное время и быстро оценивать результат деятельности студентов, ведь она занимает всего 20-25 минут аудиторного времени. Программный продукт прошел апробацию в ряде студенческих групп АПИ НГТУ им Р.Е.Алексеева. Был доработан в соответствии с замечаниями и предложениями. Данный продукт может быть использован на занятиях при изучении темы «Сетевые информационные технологии» в рамках курса «Информационные технологии».

Использование разработанной системы в учебном процессе призвано усилить интерес и мотивацию к изучению предмета «Информационные технологии», а также расширить кругозор студентов.

*Библиографический список*

1. **Pakshina, N.A.** Traditional and innovative approaches to introducing students to biographies and achievements of outstanding scientists / N.A. Pakshina, P.V. Pakshin, M.V. Pravdina // International journal of Professional Science. 2020 – № 6. – С. 113–125.
2. **Pakshina, N.A.** Possible Approaches to Introducing Students to the History of Automatic Control: Adding Competitive Elements / N.A. Pakshina, J.P. Emelianova, M.V. Pravdina, K.O. Ogorodnikov // IFAC-PapersOnLine. 2016. –Т. 49. – № 6. –С. 180–185.

УДК 51-78

АБРОСИМОВ К.И., РЫБИН С.В.

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО МУЗЫКОВЕДЕНИЯ

Национальный исследовательский университет ИТМО

Вычислительное музыковедение – междисциплинарная наука, изучающая музыку с помощью вычислительных и компьютерных методов. Особое внимание уделяется таким подразделам, как музыкальная информатика, математическая теория музыки, музыкальный поиск, звуковые и музыкальные вычисления, системное и цифровое музыковедение [1].

Вычислительное музыковедение (ВМ) использует методы и алгоритмы из различных областей. Музыковедение – наука об анализе музыки, ее истории и теории, о музыкальной культуре народов мира. Огромный вклад в ВМ вносит прикладная математика, в особенности методы исследования операций, эволюционные и популяционные алгоритмы, статистический анализ. Математическая и вычислительная лингвистики позволяют обрабатывать ноты, представляемые как определенная грамматика и производить векторизацию нотного текста с помощью моделей дистрибутивной семантики и анализировать методами NLP. Обрабатывать звучащую музыку помогает цифровая обработка сигналов и современные речевые технологии.

На сегодняшний день активно решаются различные задачи ВМ. Классификация музыки по жанрам позволяет автоматизировать присвоение категории новой музыки в различных программных системах. Рекомендательные системы – главная особенность коммерческих систем с музыкой, например Яндекс-Музыка, ВООМ, которые позволяют подбирать музыку, наиболее интересную конкретному человеку. Задача музыкальной транскрипции – одна из самых интересных для самих музыкантов для автоматизации переноса играющего произведения в нотное представление, и смежная задача с распознаванием конкретных музыкальных инструментов в произведении.

Отдельным большим направлением в ВМ является генерация музыки и алгоритмическая композиция. Идея генерации музыки машинами появилась еще в прошлом столетии, и уже тогда были написаны первые алгоритмы на основе математической лингвистики, позволяющие генерировать гармонические последовательности. На сегодняшний день применяются современные различные модели и методы. Математические и оптимизационные модели позволяют представлять музыку как целевую функцию с ограничениями, которую необходимо максимизировать [2], или применять эволюционное моделирование для получения набора складного набора звуков [3]. Но сегодня активно внедряются и методы машинного обучения и инженерии знаний. Например, используются глубокие нейронные сети и методы NLP, которые позволяют на основе первых 8 тактов произвести генерацию следующих 8 тактов [4].

В заключение хочется отметить, что вычислительное музыковедение в РФ развивается очень слабо и многие работы в этой области, как правило, приписывают к смежным. С помощью анализа фактографической информации было выявлено лишь несколько десятков статей с 2000 года. Лидерами в области ВМ являются азиатские страны, которые с помощью вычислительных методов активно анализируют свою национальную музыку (например, най-

дено несколько десятков исследований с пекинской оперой), синтезируют певческий голос, с помощью глубоких нейронных сетей без нотных партитур [5], занимаются музыкальной транскрипцией и поиском. Развитие вычислительного музыковедения в России позволит углубиться в историю славянской фолк-музыки, синтезировать русскую певческую речь.

#### *Библиографический список*

1. **Anja Yolk, Frans Wiering, Peter van Kranenburg.** Unfolding the potential of computational musicology - Proceedings ICISO 2011 – P.137 – 144 - 2011
2. **Mauricio Toro, Camilo Rueda, Carlos Agón, Gérard Assayag. Gelisp:** a framework to represent musical constraint satisfaction problems and search strategies – 2016. – Vol. 86-Journal of Theoretical and Applied Information Technology – No.2
3. **Charles Fo.** Genetic Hierarchical Music Structure. – 2016. – American Association for Artificial Intelligence
4. **Абросимов, К.И., Суркова А.С.** Алгоритм генерации музыки на основе ABC-нотации и дистрибутивной семантики // Сборник трудов конференции «Информационные системы и технологии» ИСТ-2021 – Нижний Новгород – 2021
5. **Soonbeom Choi, Juhan Nam.** “A MELODY-UNSUPERVISION MODEL FOR SINGING VOICE SYNTHESIS”. — 2022. — Vol. arXiv: 2110.06546. — version 2.

УДК 378.14

АБРОСИМОВ К.И., ФЕДОРОВА А.В.

### **ВЛИЯНИЕ ВЫБОРНОСТИ НА МОТИВАЦИЮ СТУДЕНТОВ ИТ-НАПРАВЛЕНИЙ К УЧЕБЕ**

Национальный исследовательский университет ИТМО

Несмотря на растущее количество направлений и бюджетных мест на профессии в области информационных технологий (ИТ), количества выпускников не хватает, чтобы удовлетворить нужду бизнеса в качественных кадрах. С каждым годом автоматизация происходит совершенно во всех областях, а значит, появляются и новые профессии в ИТ, которые решают специфические задачи, или происходит выделение множества задач на отдельную профессию для более эффективной разработки цифровых продуктов [1].

Основным источником качественных кадров в РФ являются высшие учебные заведения, поэтому необходимо, чтобы программы в ВУЗах были насыщены как фундаментальными науками, так и прикладными современными дисциплинами (такими как «Шаблоны проектирования ПО», «Методы вычислительной лингвистики», «Backend-технологии»), список которых должен обновляться каждый год, как и содержимое дисциплин, чтобы успевать за современными тенденциями ИТ.

С прошлого столетия исследователи в области образования и методики преподавания пришли к концепции активного обучения как эффективного способа усвоения информации студентами [2]. В.Н. Кругликов выделил основные принципы активного обучения: индивидуализация, гибкость, элективность, контекстность и сотрудничество. Большая часть из этих принципов описывает важность и необходимость возможности для студента варьировать свой учебный план (УП) для получения наиболее важной информации в профессиональной деятельности, а также важность актуальности компетенций и полученных знаний на дисциплинах. Как правило, в РФ в ВУЗы школьники идут сразу после школы, не всегда осознавая, чем они хотят заниматься в будущем. Даже определение направления, например, той же области ИТ, не позволит определиться с будущей профессией, не говоря о том, что существует много междисциплинарных профессий [3]. Именно поэтому выборность позволит студенту

попробовать себя в разных областях, определить, что именно ему будет нужно и на что стоит обратить свое внимание.

Теория самодетерминации говорит о том, что существует как внутренняя мотивация, обусловленная интересом к самой деятельности и к процессу, так и внешняя, связанная с ориентацией на результат [4]. Когда студент исходит из внутренней мотивации к изучению предмета возрастает удовлетворенность и эффективность обучения. И, если студент выбрал те или иные предметы сам, возрастает вероятность выбора из внутренней мотивации.

Выборность может быть представлена как на уровне учебного плана: элективные, факультативные дисциплины, дисциплины специализации; так и на уровне конкретной дисциплины: уровень усвоения, выборные лабораторные и практические работы и так далее [5]. Конечно, на данный момент в УП представлены «дисциплины по выбору», однако очень часто, например в НГТУ им. Алексеева, НГПУ им. Минина и других, встречается фиктивный выбор, когда один и тот же материал называют по-разному («Алгоритмы и структуры данных» и «Структуры и алгоритмы обработки данных»), а зачастую и выбор как таковой не предоставляют студентам, а оставляют его руководству выпускающей кафедры.

Нами было исследовано порядка ста актуальных учебных плана ИТ-направлений различных ВУЗов и лидерами в области индивидуального обучения являются такие ВУЗы РФ, как НИУ ВШЭ, НИУ ИТМО, НИУ ТГУ. У ВШЭ и ИТМО, например, не используется дисциплина «История» в классическом понимании, ведь за то небольшое количество выделенных часов нереально качественно рассмотреть науку, поэтому предоставляют на выбор либо определённую эпоху, либо конкретную специфическую область. Отказываются от общих наук типа культурологии, социологии и предлагают развивать конкретные soft skills, которые необходимы не только для развития личности, но и для эффективной работы в большой команде. Экономiku заменяют на финансовую грамотность. Профессиональные дисциплины имеют определенную последовательность, но с возможностью ее начать через год, если студент поймет, что это ближе к его желаемой профессии. В НИУ ВШЭ существует отдельная программа «minor», которая позволяет овладеть дополнительной областью не по основному направлению, но тем самым быть востребованным междисциплинарным работником. В НИУ ИТМО существует огромный банк факультативных курсов, которые имеют определенный порог входа, но потенциально доступны для всех обучающихся. В НИУ ТГУ есть спец.курсы в УП, которые выделены в отдельный список, но никак не разграничены, что позволяют также изучать дисциплины как со своего направления, так и смежных.

### ***Библиографический список***

1. Employment in the IT industry: Statista dossier about employment in the IT industry. - USA, 2022 - 96 p.
2. **Чечет, В.В., Захарова С.Н.** Активные методы обучения в педагогическом образовании. - Минск: БГУ, 2015. – 127 с.
3. **Хуснутдинова, М. Н.** Проблема осознанного профессионального выбора школьника / М. Н. Хуснутдинова. — Текст : непосредственный // Теория и практика образования в современном мире : материалы VI Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, декабрь 2014 г.). — Санкт-Петербург : Заневская площадь, 2014. — С. 343-345.
4. **Vansteenkiste M., Lens W., Deci E.L.** Intrinsic Versus Extrinsic Goal Contents in Self-Determination Theory: Another Look at the Quality of Academic Motivation // Educational Psychologist, 2006. Vol. 41, iss. 1. P. 19-31
5. **Ефимов, П. П.** Направления индивидуализации содержания образования в высшем учебном заведении / П. П. Ефимов, И. О. Ефимова, О. В. Выдра. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 9 (143). — С. 321-324.

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ ВЕЩЕСТВА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При производстве дисперсных систем (т.е. систем, в которых мелкие частицы одного или нескольких веществ распределены в другом веществе) важную роль играет определение размеров частиц, так как решение этой задачи позволяет оценить свойства и качество изготавливаемого образца. Микроскопия является одним из наиболее распространенных и используемых методов определения размеров частиц за счет своей простоты и низкой стоимости. Целью работы является разработка удобного и эффективного программного обеспечения, позволяющего автоматизировать определение размеров частиц вещества по изображениям, полученным при микроскопии.

В ходе работы проведен ряд исследований применения алгоритмов компьютерного зрения к решению поставленной задачи. Реализовано распознавание частиц вещества на изображении с использованием алгоритмов бинаризации. В процессе реализации были апробированы пороговые и адаптивные алгоритмы бинаризации: алгоритм Бернсена, алгоритм Оцу, алгоритм Зака, алгоритм Брэдли, алгоритм Ниблэка. В результате получено решение, включающее предварительную обработку изображения с применением фильтра Гаусса, бинаризацию изображения с использованием алгоритма Зака, выделение контуров искомым объектов (частиц вещества) и расчет параметров, позволяющих оценить размер частицы для каждого найденного объекта. Точность распознавания частиц при этом составила 85%. Для бинаризации также создана и апробирована нейронная сеть на основе архитектуры U-net. Полученная модель позволяет бинаризовать изображения с точностью, не уступающей представленным ранее алгоритмам, однако позволяет упростить конечную работу, так как не требует регулировки порогов бинаризации, однако требует больших вычислительных мощностей. Дальнейшее увеличение точности распознавания планируется за счет настройки параметров алгоритмов фильтрации и бинаризации, а также исследования применения нейросетевых методов и разработки комплексного решения, объединяющего сильные стороны нейросетевого и алгоритмического подходов.

Проведена работа по разработке графического интерфейса пользователя при помощи UX/UI-дизайна, который соединяет минималистичный внешний вид с максимумом возможностей. Разработанный эргономичный web-интерфейс позволяет повысить эффективность и скорость работы пользователей программного обеспечения: работа обслуживающего оператора значительно упрощается за счет созданной архитектуры и механизма принятия решений. Грамотно разработанный дизайн предоставляет возможность без предварительного ознакомления приступить к работе с программой. В этом и заключается отличие разработанного продукта от большинства аналогичных систем, которые характеризуются низкой проработкой удобства интерфейса и необходимостью в обучении персонала по работе с системой. Программный комплекс на данный момент предоставляет возможность загрузить микроскопический снимок с частицами вещества, распознает частицы вещества на изображении, рассчитывает диаметр Фере, длину и ширину частиц, строит график распределения частиц по размерам и сохраняет все результаты в базе данных.

Программный комплекс будет дополнен модулем склейки изображений для обработки серии снимков и модулем ручной разметки. Все это сделает программное решение более удобным и функциональным для пользователя. Разрабатываемое программное обеспечение может найти свое применение в таких областях как химическая, косметическая, пищевая, сельскохозяйственная, строительная промышленности, медицина, фармацевтика.



## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ФОРМИРОВАНИЯ, ОБРАБОТКИ И РЕФЕРИРОВАНИЯ ДОКУМЕНТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время имеется возрастающая потребность в обработке неструктурированной текстовой информации, в повышении качества и эффективности имеющихся методов обработки текстов.

Данная работа, посвященная разработке системы формирования и реферирования документов, является актуальной и практически значимой для применения выпускниками ВУЗов. Разрабатываемая система поможет студентам в создании и подготовке документов для их выпускных работ.

Система по введенным данным пользователя заполняет шаблоны. Они объединяются с файлом, который прошел обработку, и формируется итоговый документ.

Реферирование документов – это процесс выделения наиболее важной информации из текста для создания новой сокращенной версии документа.

В результате анализа известных алгоритмов автоматического реферирования текста были исследованы следующие алгоритмы: TextRank, LSA. Обобщенную схему рассмотренных алгоритмов можно представить следующим образом: определение ключевых слов текста; на основе ключевых слов вычисляется вес каждого предложения; предложения с максимальными весами попадают в реферат.

Алгоритм TextRank – представитель подходов, основанных на применении графов. По исследуемому тексту документа строится взвешенный неориентированный граф, в котором вершины обозначают предложения документа. Вес ребра между двумя вершинами графа будет соответствовать степени схожести двух предложений, соответствующих данным вершинам. Используя итерационный метод, для каждой вершины вычисляется вес, который считается исходя из весов ребер.

Алгоритм LSA основан на семантическом анализе, который позволяет получить неявное представление текстовой семантики на основе совместной встречаемости слов в тексте. По исследуемому тексту документа составляется матрица терм-предложение. Каждый элемент этой матрицы отражает частоту термина в тексте. Следующим шагом мы проводим сингулярное разложение полученной матрицы. В данном алгоритме сингулярное разложение представляет собой разбиение текста документа на темы. После этого присваивается вес предложениям исходного документа.

Чтобы оценить качество работы исследуемых алгоритмов реферирования, требуется подготовить документы вместе с рефератами, составленными экспертами, которые называются образцовыми. Критерием качества алгоритма можно считать «схожесть» автоматического реферата с образцовым.

Для вычисления оценки качества исследуемых алгоритмов используются метрики ROUGE. Метрика ROUGE-N – это обобщенная статистическая мера, которая выражает процент совпадающих лексических единиц автоматического реферата с образцовым рефератом. В метрике ROUGE-L используется метод наибольшей совпадающей подпоследовательности.

Обработка текста состоит из этапов: токенизация – процесс разбиения текста на текстовые единицы (абзацы, предложения, слова); стемминг – процесс нахождения основы слова; удаление стоп слов (союзы, предлоги).

В результате исследования алгоритмов автоматического реферирования было выяснено, что при использовании обработки текста перед применением алгоритмов реферирования повышается оценка качества алгоритма.

## РАЗРАБОТКА В ПРОГРАММЕ LABVIEW НА ПЛАТФОРМЕ NI MYRIO

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

MyRIO представляет собой адаптацию промышленных устройств компании National Instruments и предназначена для обучения разработке встраиваемых систем. В основе устройства лежит чип Xilinx Zynq, который включает в себя двухъядерный тридцатидвухбитный процессор на базе архитектуры ARM Cortex A9 и блок FPGA на двадцать восемь тысяч программируемых ячеек. MyRIO имеет множество входов и выходов, как аналоговых, так и цифровых, что позволяет подключить широкий набор периферии.

В первую очередь MyRIO позиционируется как платформа для разработки робототехники – в комплект поставки входят ультразвуковой и инфракрасный датчики расстояния, датчик освещения, трёхосевой цифровой гироскоп и термометр, цифровой компас, акселерометр, два сервопривода и электромотор, а также набор проводов и переходников. MyRIO работает на операционной системе Linux, но для программирования используется среда разработки LabVIEW.

LabVIEW — это среда разработки и платформа для выполнения программ, созданных на графическом языке программирования «G». Язык программирования «G» основан на архитектуре потоков данных. Последовательность выполнения операторов в таких языках определяется не порядком их следования (как в императивных языках программирования), а наличием данных на входах этих операторов. Операторы, не связанные по данным, выполняются параллельно в произвольном порядке.

Программа LabVIEW называется виртуальным прибором и состоит из двух частей:

- 1) блочной диаграммы, описывающей логику работы виртуального прибора;
- 2) лицевой панели, описывающей внешний интерфейс виртуального прибора.

Лицевая панель виртуального прибора содержит средства ввода-вывода: кнопки, переключатели, светодиоды, шкалы, информационные табло и т. п. Они используются для управления виртуальным прибором, а также другими виртуальными приборами для обмена данными.

Блочная диаграмма содержит функциональные узлы, являющиеся источниками, приёмниками и средствами обработки данных. Также компонентами блочной диаграммы являются терминалы («задние контакты» объектов лицевой панели) и управляющие структуры (являющиеся аналогами таких элементов текстовых языков программирования, как условный оператор «IF», операторы цикла «FOR» и «WHILE» и т. п.). Функциональные узлы и терминалы объединены в единую схему линиями связей.

Среда LabVIEW в комплекте с MyRIO предоставляет довольно интересные возможности для разработки, она позволяет начать разрабатывать умные устройства без опыта в программировании. Однако разработка сложных систем все равно остается нетривиальной задачей. LabVIEW содержит множество готовых логических блоков для выполнения различных задач, но в процессе знакомства со средой разработки выяснилось, что не все блоки работают корректно на MyRIO. Например, попытка запустить нейронную сеть на базе фреймворка TensorFlow не увенчалась успехом, так как требуемые программные модули запускаются только на процессорах с шестидесятичетырехбитной архитектурой. Тем не менее, стоит отметить большую гибкость рассматриваемой платформы – есть возможность выполнения скриптов на Python и других языках, доступ к командной строке Linux, набор для разработки программ на C/C++, поддержка работы операционной системы в режиме реального времени. Также есть поддержка программного обеспечения NI Vision для обработки изображений, в том числе и распознавания объектов. В целом MyRIO является хорошей платформой для

обучения и прототипирования, но несмотря на возможность быстрого начала работы требует больших временных затрат на изучение особенностей разработки на данном программно-аппаратном комплексе.

УДК 004.896

В.М. ДУШИН, М.В.МАРТЫНЮК

## **ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА КЛАВИАТУРНОГО ПОЧЕРКА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Биометрические технологии, основанные на динамике нажатия клавиш, могут применяться в нескольких областях, таких как аутентификация пользователя [1-3], распознавание эмоций [4], мониторинг расстройств настроения [5]. Предлагаемые решения, как правило, основаны на функциях, построенных на основе временных или частотных характеристик нажатия клавиш: время ожидания, время нажатия и отпускания клавиш, скорость набора текста, частота использования выбранных клавиш и так далее. Данный обзор посвящен определению эмоционального состояния пользователя на основе особенностей клавиатурного почерка.

Одно из исследований по распознаванию эмоций было представлено в отчете Р. Мастораса, где некоторые эмоциональные состояния: уверенность, нерешительность, нервозность, расслабление, грусть и усталость, были распознаны с точностью от 77,4% до 87,8% путем применения деревьев решений [6]. В этом случае данные были собраны во время типичных действий пользователей, таких как написание сообщений или использование текстового процессора, но дополнительно пользователей также просили перепечатать фиксированный текст. Другой реальный эксперимент был описан А. Колаковской, где использовались только заранее не predetermined тексты [7]. В этом случае набор динамических характеристик был рассчитан для наиболее частых 20 биграмм и 20 триграмм, составляющих целые слова на польском языке. Эти слова были подобраны на основе частотного словаря. Полученная точность варьировалась от 73% до 87% в зависимости от участника и эмоционального состояния. Исследование также подтвердило идею о том, что персонализированные модели, обученные распознавать одно эмоциональное состояние для выбранного пользователя, дают более высокие результаты, чем универсальные классификаторы для всех пользователей или многоклассовые классификаторы, способные распознавать несколько эмоций.

В зависимости от приложения можно попытаться распознать predetermined эмоциональные состояния, но также возможно свести проблему к распознаванию положительных и отрицательных состояний, как, например, в статье индийских исследователей П. Ханна и М. Сашикумар. В упомянутом исследовании удалось достичь точности 89,02% для негативных и 88,88% для позитивных состояний. Особенно интересным в этой работе кажется наблюдение, что скорость набора текста снижалась в случае негативных эмоций. Другие нетривиальные выводы о взаимосвязи между эмоциями и способом набора текста были сделаны в ходе работы А.Эрнандез-Агилы. Представленное исследование показало, что удовлетворение коррелирует с более тщательным написанием, что было продемонстрировано результатами анализа использования знаков препинания, заглавных букв и частоты опечаток, в отличие от быстрого и небрежного письма, демонстрируемого участниками эксперимента в случае замешательства или разочарования.

Настоящий обзор составлен в рамках планирования исследования, целью которого является повышение эффективности многоканальных высоконагруженных систем клиент-

ского обслуживания. Более того, масштабированное решение, полученное в ходе планируемой работы, может применяться с обеих сторон процесса клиентской поддержки. Анализ эмоционального состояния клиентов в момент написания сообщения может стать составляющей алгоритма распределения клиентов в очереди обращений, а детектирование эмоционального состояния операторов службы клиентской поддержки может повысить качество обслуживания клиентов.

### *Библиографический список*

1. **Killourhy, K.S.** Comparing anomaly-detection algorithms for keystroke dynamics. / Killourhy, K.S.; Maxion, R.A. In Proceedings of the 2009 IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems & Networks, Lisbon, Portugal, 29 June–2 July 2009. – 2009. С. 125–134.
2. **Kolakowska A.** User Authentication Based on Keystroke Dynamics Analysis. In Computer Recognition Systems 4 / Kolakowska, A. Springer: Berlin/Heidelberg, Germany. – 2011. С. 667–675.
3. **Ali M.L.** Authentication and Identification Methods Used in Keystroke Biometric Systems. / Ali, M.L.; Tappert, C.C.; Qiu, M.; Monaco, J.V. 17th International Conference on High Performance Computing and Communications, 2015 IEEE 7th International Symposium on Cyber-space Safety and Security, and 2015 IEEE 12th International Conference on Embedded Software and Systems, New York, NY, USA, 24–26 August 2015. – 2015. – С. 1424–1429.
4. **Vizer L.M.** Automated stress detection using keystroke and linguistic features: An exploratory study. / Vizer, L.M.; Zhou, L.; Sears, A. Int. J. Hum.-Comput. Stud. – 2009. – С. 870–886.
5. **Cao B.** DeepMood: Modeling Mobile Phone Typing Dynamics for Mood Detection. / Cao, B.; Zheng, L.; Zhang, C.; Yu, P.S.; Piscitello, A.; Zulueta, J.; Ajilore, O.; Ryan, K.; Leow, A.D. In Proceedings of the 23rd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, Halifax, NS, Canada, 13–17 August 2017. – 2017. – С. 747–755.
6. **Mastoras R.E.** Touchscreen typing pattern analysis for remote detection of the depressive tendency // Mastoras, R.E.; Iakovakis, D.; Hadjidimitriou, S.; Charisis, V.; Kassie, S.; Alsaadi, T.; Khandoker, A.; Hadjileontiadis, L.J. Scientific report. – 2019, – № 9.
7. **Kolakowska A.** Recognizing emotions on the basis of keystroke dynamics. / Kolakowska, A. In Proceedings of the 8th International Conference on Human System Interaction, Warsaw, Poland, 25–27 June 2015. – 2015. – С. 667–675.

УДК 681.5

КОСОНОГОВ А.С. КОРЕЛИН О.Н.

## **ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ И АНТИБЛОКИРОВОЧНАЯ ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА АВТОМОБИЛЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Типичная система стабилизации (ESP) состоит из центрального микропроцессора (электронного блока управления, ЭБУ), гидравлического насоса (мотора), четырёх датчиков скорости вращения колёс, датчика положения рулевого колеса, датчика поперечного ускорения машины и двух или четырёх гидравлических или пневматических клапанов в тормозной цепи [1]. Во время движения автомобиля с помощью датчиков определяется угловая скорость вращения колеса и поперечное ускорение автомобиля, угол поворота руля, давление в тормозной системе, а также обороты коленчатого вала двигателя. ESP не позволяет колёсам автомобиля пробуксовывать, а ABS препятствует блокированию колёс при торможении. При проскальзывании колёс ESP посылает сигналы на модулятор и начинает выборочно притормаживать их вращение (путём сокращения подачи топлива, прикрытия дроссельной заслон-

ки, или другими способами). Если этого недостаточно, колёса притормаживаются с помощью тормозной системы. В случае возникновения параметрического отказа в ESP или ABS, ЭБУ отключает неисправную систему. При моделировании ABS/ESP необходимо наиболее точно отразить реальную картину протекания рабочих процессов в системе «Водитель – Автомобиль – Дорога» [2].

Важным отличием современной ESP от предшествующих моделей является возможность регулирования давления в тормозном контуре путём изменения скорости вращения гидравлического насоса.

В работах [3,4] подробно описана модель одного колеса автомобиля с ABS, построенная в среде MATLAB/Simulink. В ней используется идеальное антиблокировочное устройство, основанное на разнице между фактическим и желательным скольжением колеса. При равенстве скорости транспортного средства и скорости колеса скольжение равно нулю. И соответственно при блокировке колеса скольжение равно единице. Желаемому коэффициенту скольжения присваивается пиковое значение (примерно 0.2), при котором тормозной путь минимален. В реальности для автомобиля невозможно напрямую измерить проскальзывание, поэтому данный алгоритм не применим на практике, но хорошо демонстрирует работу ABS. В работах [3,4], кроме желаемого коэффициента скольжения, в качестве исходных данных задаются: начальная линейная скорость автомобиля, угловое ускорение и радиус колеса. С помощью подсистемы Wheel Speed вычисляется угловая скорость вращения колеса, чтобы контролировать скорость изменения давления в тормозном контуре, модель вычитает фактическое скольжение из желаемого скольжения и подает этот сигнал в блок управления. В работах представлены также различные графики, демонстрирующие работоспособность модели.

В реальных ABS/ESP необходимо учитывать автомобиль как систему на четырёх колёсах, которая может разворачиваться вокруг своей оси, поэтому в данных системах применяются электронные гироскопы и акселерометры. Они представляют собой специализированные микросхемы. Измерения производятся по трём координатам, что позволяет определять положение автомобиля в пространстве и производить подтормаживание любого колеса. Одним из таких известных гироскопов-акселерометров является MPU-6050, который используется на платах проектов Arduino.

На основании модели одного колеса [3,4] планируется разработать модель системы ABS/ESP с помощью интегрированной в MATLAB среды Simulink. Одной из задач будет поиск алгоритма связи всех четырёх колёс автомобиля.

### *Библиографический список*

1. **Кретов, Р. А.** Система курсовой устойчивости ESP / Р. А. Кретов // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2017: сб. науч. работ. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 80-84.
2. **Дыгало, В. Г.** Общие принципы формирования полунатурных моделей при проектировании тормозной системы автомобиля с АБС / В. Г. Дыгало, А. А. Ревин // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия: Наземные транспортные системы. – 2013. – Т. 7. – № 21(124). – С. 10-16.
3. **Abhinav, K.** Enhanced Antilock Braking System using Fuzzy Logic Road Detector / Abhinav K., Mukesh K., Shimi S.L // IJREEE. - 2013. – Vol. 1. – № 2. – P. 47-54.
4. ЦИТМ Экспонента. Документация [Электронный ресурс]: Моделирование антиблокировочной тормозной системы. – Режим доступа: <https://docs.exponenta.ru/simulink/slref/modeling-an-anti-lock-braking-system.html>.

**ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ МНОГОСЛОЙНЫХ СЕТЕЙ  
ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА БАЗЕ АЛГОРИТМА ЛИТТЛА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире существенное место занимает проблема недостаточной скорости передачи данных. Одновременно с компьютеризацией повседневной жизни людей и бизнес-процессов компаний появилась потребность в быстром обмене информацией и данными между персональными компьютерами [1]. Появляется необходимость предоставить решения для различных сетевых проблем, связанных с передачей данных, включая маршрутизацию, энергосбережение, перегрузку, неоднородность, чтобы оптимально использовать доступную сеть [2].

Задача, решаемая в рамках данной работы, заключается в осуществлении оптимизации структуры многослойных сетей передачи данных.

Сеть передачи данных — совокупность трёх и более конечных устройств (терминалов) связи, объединённых каналами передачи данных и коммутирующими устройствами (узлами сети), обеспечивающими обмен сообщениями между всеми конечными устройствами [3]. Под многослойными сетями передачи данных в данной работе понимаются  $N$  сетей передачи данных.

Под оптимизацией понимается процесс объединения сетей так, чтобы обеспечить эффективную работу всей цепи передачи данных и минимизировать временные затраты.

В качестве целевой функции выступает функция минимизации стоимости маршрутов, которая рассчитывается по формуле:

$$\sum_{i=1}^n Si \rightarrow \min,$$

где  $Si$  — стоимость  $i$ -го ребра,  $n$  — количество ребер.

Ограничениями для данной задачи являются: обеспечение связности графа. Граф называется связным, если для двух любых его вершин найдется путь, который их соединяет [4].

Решением (результатом слияния) будет новый объединенный граф  $G_{rez}$ . В ходе работы для нахождения оптимального результата были рассмотрены применения алгоритма Литтла и алгоритмом оптимизации, такие как метод полного перебора, метод ветвей и границ. Для оптимизации структуры многослойных сетей передачи данных в работе был выбран и программно реализован алгоритм Литтла, дающий лучший результат для решения задачи по критерию времени работы и качеству решения относительно других методов.

Алгоритм Литтла отлично справляется с задачей коммивояжера, где на вход подаются вершины и стоимости ребер или дуг графа. Сложность данной работы заключается в том, что во входных данных содержатся матрицы смежности слоев и их стоимости, что не позволяет использовать первоначальный вид алгоритма.

Основная задача работы заключалась в решении этой проблемы. Работа алгоритма была реализована таким образом, чтобы, не нарушая основных принципов алгоритма, использовать его для работы со слоями во входных данных.

Алгоритм Литтла схож с методом полного перебора, достоинством которого является гарантированность нахождения наилучшего результата. Преимущество над перебором заключается в последовательном отсеивании подмножеств решений, не подходящих под условия верхней или нижней границ.

Данное преимущество можно также отметить и к недостаткам алгоритма, так как во время работы часть решений не будет рассматриваться. Этот факт не может дать гарантии

нахождения наилучшего решения задачи, если будет выбрана неэффективная оценка по отсечению вариантов.

Использование алгоритма Литтла в работе со структурой многослойных сетей передачи данных позволяет добиться оптимальной результата по критерию времени работы и качеству решения относительно других методов.

### *Библиографический список*

1. **Салимов, М.М.** Проектирование универсальной сети передачи данных для государственной организации: учеб. пособ./ М.М. Салимов, Е.Б. Стариченко. – Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2016. –53 с.
2. **Srinidhi, N.N.** Network optimizations in the Internet of Things: A review / N. N. Srinidhi, S. M. Dilip Kumar, K. R. Venugopal. // Engineering Science and Technology, an International Journal. – 2019. – Vol. 22. – No 1. – P. 1-21.
3. **Википедия.** Свободная энциклопедия. – Передача данных [Электронный ресурс]: Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Передача\\_данных](https://ru.wikipedia.org/wiki/Передача_данных) (дата обращения: 30.01.2022).
4. **Карпов, Д. В.** Минимальные двусвязные графы // Записки научных семинаров – 2019, 3. – С. 90-95.
5. **ПОМИ.** – 2013. – Т. 417. – №. 0. – С. 106-127.

УДК 004.055

КУЛИКОВ Г.В., ШАГАЛОВА П.А.

## **ПОСТРОЕНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА БИОМЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Важнейшим аспектом любого программного обеспечения является простота и удобство для целевой аудитории. Благодаря интерфейсу происходит общение пользователя с компонентами приложения. Таким образом, важно, чтобы предоставляемый пользовательский интерфейс был надежным, кратким и понятным.

Технологии компьютерного зрения и обработки изображений в области медицины предоставляют эффективные инструменты, они могут помочь врачам автоматически анализировать мазки крови. Кроме правильности обработки исходных изображений и точности алгоритмов, большую роль играет интерфейс программного обеспечения. Основной задачей было спроектировать интерфейс, который бы был простым и лаконичным для медиков.

Игры, создающие состояние потока у пользователя, являются наиболее успешными. Поток — это состояние концентрации, глубокого удовольствия и полного погружения в деятельность. Изучение игр и понимание потока может помочь в разработке программного обеспечения, не связанного с отдыхом, для получения положительного эффекта при работе.

При проектировании интерфейсов игр выделяется несколько основных моделей и методов. Модель выделения центральной области подразумевает построение интерфейса от центра экрана. Центр экрана является основной рабочей областью и не должен содержать элементы, которые бы создавали визуальный шум. Модель фокусных элементов подразумевает построение интерфейса от наиболее важных элементов, которые должны быть расположены в наиболее заметных и удобных местах. Метод выжженных областей используется для доработки уже готовых продуктов, так как подразумевает использование огромного количества данных, полученных от пользователей. На первом шаге рисуется карта примерной частоты нажатия на область, данная карта основывается на методе пользовательского сценария.

После того, как была получена данная карта, интерфейс направляется в целевую группу для тестирования и подтверждения выдвинутых гипотез на этапе проектирования.

Для выявления недоработок был применена модель выделения центральной области и метод выжженных областей. Как удалось выяснить, некоторые кнопки находятся в рабочей области, что не очень хорошо, данные кнопки требуется перенести. Также, уже на примерной карте частоты нажатия были выделены элементы, которые не являются основными, а количество предполагаемых кликов, совершенных пользователем, велико. Следует упростить навигацию по медицинским снимкам, чтобы сократить количество кликов. Для этого необходимо добавить список всех снимков, чтобы пользователь мог перейти к необходимому снимку, совершив всего один клик.

Дальнейшим этапом является уже тестирование на большой выборке людей, которые незнакомы с данным приложением, так как необходимо подтвердить гипотезу выделенных выжженных областей. Применение данных методов позволяет сократить количество итераций, а также количество ресурсов, затрачиваемых на проектирование пользовательского интерфейса, также необходимо учитывать пользовательский сценарий при проектировании пользовательского опыта.

УДК 004.056.5

ОЛОНЦЕВ А.С., КАПРАНОВ С.Н.

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМАХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

К числу важных задач современного мира относится защита информации и формирование информационной безопасности. Системы, обеспечивающие информационную безопасность, должны предоставлять защиту, мониторинг и реагирование на возникшие проблемы. Без своевременной реакции на инциденты безопасности и устранения их последствий невозможно эффективное функционирование системы управления информационной безопасностью.

Целью данной работы является исследование основных понятий инцидента информационной безопасности и его обработки, создание теоретической базы и на ее основе формирование системы для идентификации инцидентов информационной безопасности в компьютерных системах.

Существуют различные виды инцидентов, разделяющихся на преднамеренные и случайные [1]. Они могут привести к отказу в обслуживании, сборе, краже, утечке информации, появлению ошибок в работе системы и так далее [2]. Поэтому важно иметь систему, позволяющую эффективно выявлять инциденты информационной безопасности в компьютерных системах.

Инцидент компьютерной безопасности - появление одного или нескольких нежелательных, или неожиданных событий информационной безопасности, с которым связана значительная вероятность компрометации бизнес-операции и создания угрозы информационной безопасности [2].

Событие – это идентифицированное появление определенного состояния системы сервера или сети. События включают в себя попытки блокировки подключения в межсетевом экране, пользователя, получающего запрос о веб-странице и т.д. Неблагоприятные события – события с негативным последствием, например, ошибка системы, несанкционированное использование системных привилегий, перебои и нарушение настройки сети и т.д.



Для того чтобы эффективно реагировать на инциденты требуется несколько важных решений и действий. Следует решить какая структура и модель будет реализована для работы с инцидентами компьютерной безопасности. Не менее важно и создание политик, плана и процедуры реагирования на инциденты для того, чтобы реагирование на инцидент было выполнено эффективно, разумно и последовательно. Управление инцидентами информационной безопасности это не линейный процесс, это цикл, содержащий подготовку, обнаружение, сдерживание, смягчение и восстановление [1].

Еще одним не менее важным аспектом систем информационной безопасности является прогнозирование инцидентов, например, с помощью обратного анализа данных, который основан на выделении отдельных событий, связанных с функционированием системы, и с помощью статистики.

В заключение следует сказать, что на данной теоретической основе будет разработана модель системы, позволяющей идентифицировать инциденты информационной безопасности по огромному потоку событий, которые не смогли отловить основные детектирующие системы.

### *Библиографический список*

1. **Blauwe, J.D.** Cyber Security incidents management guide / J.D. Blauwe. // [Online]. Получено из <https://www.cybersecuritycoalition.be/content/uploads/cybersecurity-incident-management-guide-EN.pdf>. – 2021.
2. **Cichonski, P.** Computer security Incident Handling Guide / P. Cichonski, T. Milar., T. Grance, K. Scarfone. // Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. - 2012. – P. 6-33.

УДК 004.81

ОПАРИН С.А., ДМИТРИЕВ Д.В.

## **НЕЙРОННЫЕ СЕТИ НА ОСНОВЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. П. Е. Алексеева

Рассматривая особенности работы моделей нейронных сетей, можно убедиться в том, что они действуют по принципу чёрного ящика: принимают входные значения, обрабатывают их и выводят получившийся результат. Вне зависимости от вида нейронных сетей между входным и выходным слоем должна находиться прослойка, генерирующая ответ модели. Данную прослойку формируют скрытые слои. Подбирая количество скрытых слоёв возможно найти баланс между тяжестью модели и её способности подбирать алгоритм решения разных интеллектуальных задач. Подбор оптимальной архитектуры вызывает большие временные затраты при подготовке модели. Для решения данной проблемы был разработан скрытый слой на основе решателя дифференциальных уравнений, позволяющего создать гибкую структуру.

Вместо того, чтобы указывать дискретную последовательность скрытых слоев, в сетях на основе обыкновенных дифференциальных уравнений параметризуется производная скрытого состояния. Эти модели с непрерывной глубиной имеют постоянную стоимость памяти, адаптируют свою стратегию оценки к каждому входу и могут явно менять числовую точность ради скорости. Определение и оценка моделей с помощью решателей ОДУ имеет несколько преимуществ [Chen, R. T. 2018]:

Эффективность памяти. Градиенты скалярных потерь вычисляются относительно всех входов любого решателя ОДУ, без обратного распространения через операции решателя. Отсутствие промежуточных значений прямого прохода позволяет нам тренировать наши моде-

ли с постоянной стоимостью памяти как функция глубины - основное узкое место при обучении глубоких моделей.

Адаптивные вычисления. Для решения ОДУ могут применяться различные способы (метод Эйлера, Метод Рунге-Куты или др.). Современные решатели ОДУ гарантируют рост ошибки аппроксимации, отслеживание уровня ошибки и адаптивное изменение стратегии оценки для достижения требуемого уровня точности, которая после обучения может быть снижена для приложений реального времени или приложений с низким энергопотреблением.

Эффективность параметров. Когда динамика скрытых единиц параметризована как непрерывная функция, со временем параметры соседних «слоев» автоматически связываются.

Масштабируемые и обратимые нормализующие потоки. Неожиданное побочное преимущество непрерывных преобразований состоит в том, что формула замены переменных становится проще.

Возросшая в начале 2010х популярность нейронных сетей также дала новые стимулы для их исследования и поиска способов ещё большей оптимизации. В 2015 году в широком распространении появились рекуррентные нейронные сети, открывшие невероятные возможности по обработке, например, голоса и естественного языка в целом. Возможность создавать гибкую архитектуру моделей нейронных сетей потенциально может стать ещё одним прорывом в сфере глубокого обучения. Использование моделей с подстраиваемой точностью и скоростью позволит снизить общие затраты ресурсов для обработки информации, что несёт в себе прямую материальную выгоду.

### *Библиографический список*

1. **Chen, R. T.** Neural ordinary differential equations // arXiv, – 2018. – (<http://arxiv.org/abs/1806.07366>)
2. **Diederik, P. K.** Auto-encoding variational Bayes. [Текст] / Diederik P. Kingma and Max Welling // International Conference on Learning Representations. – 2014.

УДК 004.93

ПРОКОФЬЕВА А.С., СОРОКИН К.И., ШАГАЛОВА П.А.

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА ОБЪЕКТОВ НА МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Искусственный интеллект активно внедряется в здравоохранение. Системы с использованием компьютерного зрения позволяют повысить качество медицинских исследований, а также снизить материальные затраты на их проведение. Важно быстро и качественно получать результаты анализов для оказания быстрой помощи, следовательно, необходимо развивать данное направление.

Данная работа, посвященная сравнению алгоритмического и нейросетевого подхода для решения задачи поиска клеток крови, а именно эритроцитов, на изображениях микроскопии крови является актуальной, практически значимой и может быть полезна для медицинской сферы. Получение быстрого и качественного результата поможет определить правильный диагноз заболевания с высокой скоростью и точностью.

Рассмотрим алгоритмический подход с использованием библиотеки OpenCV. Исследование изображения происходит в три этапа: предварительная фильтрация, бинаризация и последующее нахождение контуров объектов. Учитывая особенности медицинских снимков,

а именно наличие шумов и неравномерную яркость, особое внимание было сосредоточено на изучении методов предварительной фильтрации и бинаризации. Наилучший результат для удаления шума показал алгоритм, соединяющий два метода фильтрации: сглаживание путем усреднения и гауссово сглаживание. Для бинаризации изображения был выбран адаптивный метод бинаризации, который вычисляет порог бинаризации для каждого пикселя снимка, рассчитывая его как среднее значение пикселей окрестности. Последующий поиск объектов был реализован с помощью цепного кода Фридмана. Применяв алгоритмический подход к распознаванию объектов на медицинских снимках можно добиться высоких показателей эффективности. Средняя полнота распознавания объектов находится в пределах от 84% до 95%, средняя точность находится в пределах 86% - 98%.

В настоящее время все большую популярность набирает использование нейронных сетей. Однако для обучения таких сетей необходим аннотированный набор данных. Так как база является уникальной, то разметка была выполнена вручную. В качестве инструмента для разметки был выбран CVAT. Для создания меток использовались прямоугольники, и полилинии. Поскольку получение снимков микроскопии крови - это долгий и трудоемкий процесс, то датасет не имел необходимого объема фотографий для обучения, следовательно, были применены способы "раздувания" или "аугментации" коллекции изображений. Для увеличения объема выборки была использована библиотека `mdbloice/Augmentor`, которая позволила увеличить датасет более чем в 20 раз. Для обучения была выбрана сверточная нейронная сеть на основе архитектуры U-net, которая обучалась с использованием метода стохастического градиентного спуска. Первая попытка обучения была на коллекции из 170 изображений. При таком наборе данных показатель точности был равен 69%. Затем, после расширения обучающей выборки была произведена повторная попытка обучения на коллекции из 3000 изображений. При таком наборе данных точность распознавания достигла 98%.

Следует отметить, что разработанный алгоритм поиска объектов с использованием обученной нейронной сети сравним по точности решения с алгоритмическим подходом. Каждый метод имеет свои плюсы и недостатки. В реализации проще нейронный подход, так как не требуется дополнительных преобразований и детального подбора параметров для каждого этапа алгоритма, но минусом можно назвать необходимость подготовить большой датасет для обучения, когда для алгоритмического подхода можно использовать относительно небольшое количество снимков.

УДК 004.93

ПРОКОФЬЕВА А.С., ШАГАЛОВА П.А.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ КЛЕТОК КРОВИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

В наше время информационные технологии активно внедряются во все сферы деятельности человека. Исключением не стала и медицина.

Данная работа, посвященная разработке автоматизированной системы для решения задачи классификации клеток крови на медицинских снимках и исследованию показателей нормы эритроцитов, является актуальной, практически значимой и может быть полезна для медицинской сферы. Разрабатываемая система позволит ускорить процесс исследования и снизить материальные затраты.

Предлагаемое в работе решение включает в себя следующие основные этапы: преобработку изображения, поиск объектов на изображении и классификацию объектов на эрит-

роциты в пределах нормы и отклоняющиеся от нее. Входными данными разрабатываемой системы являются изображения, полученные при микроскопии крови.

Для определения преобразований, что необходимо выполнить на этапе предобработки, было проведено исследование особенностей анализируемых изображений. Сделан вывод, что на снимках есть шумы, имеется слабая контрастность снимков, могут встречаться разные по форме и размеру клетки. Следовательно, для эффективной обработки медицинских снимков необходима предварительная фильтрация изображения. Проведено исследование различных алгоритмов фильтрации, таких как сглаживание изображения путем усреднения, гауссово сглаживание, медианное сглаживание, двустороннее сглаживание. В результате были выбраны сглаживание изображения путем усреднения и гауссово сглаживание. Для реализации этапа поиска объектов на изображении была использована бинаризация. Медицинские снимки не обладают равномерной яркостью, следовательно, необходимо применять локальные методы. С учетом этой особенности был выбран адаптивный алгоритм бинаризации, при котором порог бинаризации для каждого пикселя рассчитывается как среднее арифметическое пикселей его окрестности.

Следующим этапом после получения контуров искомым объектов был этап классификации. Было реализовано два классификатора по разным критериям разделения на классы. Первый классификатор разделяет объекты по форме. Следует отметить, что эритроциты в пределах нормы имеют форму круга, следовательно, необходимо разделить объекты на окружности и фигуры других форм (например, звёздчатые, шизоциты). Было исследовано три метода нахождения окружностей на снимках: алгоритм Хафа, вычисление компактности фигуры, вычисление центра масс фигуры (центр масс окружностей, находится в центре области, расстояние от центра до контура в каждой точке будет относительно равно одному значению). Наилучший результат показали второй и третий метод. Показатели эффективности данных алгоритмов равны, но второй алгоритм работает быстрее. Второй классификатор был реализован с помощью вычисления площадей внутреннего и внешнего контура. Обратим внимание, что внутри эритроцитов имеется сильно светлая область, которая может служить показателем нормы, если внутренняя область занимает меньше  $1/3$  от внешней области. Для повышения показателей эффективности для второго классификатора было предложено использовать проверку на внутренний цвет контура. Так как иногда происходит увеличение внутреннего контура после этапа бинаризации, например, внутренний контур имеет большую площадь, но средний цвет показывает сильно затемненный участок, следовательно, эритроцит относится к классу с показателями нормы.

Протестирован алгоритм на множестве изображений. Полнота распознавания находится в пределах от 82% до 94%, точность классификации 84% - 98%. Достигнутые показатели позволяют сделать вывод о том, что автоматизированная система может быть полезна в медицинской сфере и может являться хорошим дополнением для медицинского работника.

УДК 004.67

РЫЖКОВ Н.Д., КАПРАНОВ С.Н.

## **ДЕКОМПОЗИЦИЯ СТРУКТУРЫ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ С НЕЧЕТКИМИ ПОТРЕБНОСТЯМИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современной телекоммуникации транспортные сети используются повсеместно: в базовых станциях мобильных операторов, в корпоративных сетях передачи данных, сетях АТМ и т.д. В итоге все транспортные сети можно разделить на три группы:

- локальные или местные;

- региональные или внутризональные;
- глобальные (магистральные) [1].

При этом стоит отметить, что всех их объединяет способ транспортировки информации, управления и организации.

Зачастую приходится пользоваться уже существующими сетями и необходимо выделить из большой сети ту необходимую часть, которая требуется под задачи того или иного проекта. Вместе с тем возможно комбинировать сети различных владельцев для продуктивного и экономически выгодного использования. В этом случае требуется исследовать всю сеть и выбрать из нее подходящий участок, разбив целое на части – то есть выполнив декомпозицию. В реализации алгоритма принято решение использовать сети базовых станций мобильных операторов.

Части от целого получаются в ходе работы алгоритма по заранее выбранным условиям. Они могут быть различными, в зависимости от задач проекта и требований заказчика: по протяженности, стоимости, эффективности работы, надежности и т.д. Также в процессе реализации проекта или использования продукта задачи и критерии могут быть изменены или добавлены. Зачастую параметры поиска имеют не четкое значение, а интервал. Поэтому разработку алгоритма необходимо производить согласно этим нечетким условиям.

Для того, чтобы учесть потребность, используется нечеткая логика. В отличие от традиционной математики, которая требует формулирования четких закономерностей, нечеткая логика предполагает абстрактное моделирование и требует лишь минимального набора закономерностей. Начальные потребности были выбраны следующие:

- 1) стоимость – аренда одной вышки сотового оператора;
- 2) длина – среднее расстояние между БС от точки А до точки Б (влияет на качество покрытия и надежность);
- 3) количество вершин – количество базовых станций в стеке (влияет на стоимость, но повышает надежность и уменьшает расстояние между БС);
- 4) надежность – сохранение работоспособности при отказе базовых станций (при каком % наступит полный отказ);

Таким образом, была определена цель исследования: разработать алгоритм для декомпозиции транспортной сети с нечеткими потребностями. Для этого первоочередной задачей является выявление оптимальных условий выполнения алгоритма, в ходе определения которых будет проанализирован процесс, входные в него параметры, зависимости и последствия. Полученные данные позволяют перейти к выполнению следующего этапа, состоящего из реализации программного алгоритма для декомпозиции транспортной сети на основе полученных данных. Это дает возможность оптимизировать реализацию и сформировать выводы по выполнению задачи.

В результате сформирован отчет о разработке алгоритма для декомпозиции транспортной сети с нечеткими потребностями и разработана программа, выполняющая декомпозицию на входных транспортных сетях с нечеткими параметрами.

Итогом работы является разработанная программная реализация алгоритма на различных входных транспортных сетях и рекомендации по дальнейшему развитию и использованию алгоритма в декомпозиции ориентированных графов.

### *Библиографический список*

1. Уральский технический институт связи и информатики (филиал Структура и технологии транспортных сетей / технический институт связи и информатики, (филиал Уральский. — Текст : электронный // : [сайт]. — URL: <https://studfile.net/preview/2948127/page:5/> (дата обращения: 17.12.2021).

2. **Попов, С. Г., Пурий А. А.** Исследование алгоритмов декомпозиции//Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика, телекоммуникации и управление. – 2019. – Т. 12. – №. 2.
3. **Акулич, И.Л.,** Математическое программирование в примерах и задачах. — М.: Высшая школа, 1986. — 319 с.
4. **Флегонтов, А. В., Вилков В. Б., Черных А. К.** Моделирование задач принятия решений при нечетких исходных данных. – 2020.

УДК: 28.23.00

О.В. СУДАКОВ, Д.В. ДМИТРИЕВ

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ПОЧЕРКА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день активно используются различные алгоритмы для обеспечения безопасности информационных систем. Примером таких алгоритмов является использование паролей, средств аппаратных аутентификации, двухфакторной аутентификации и других. Но данные средства защиты не являются гарантией защиты данных по причине невозможности обеспечения достаточного уровня безопасности информационных систем.

Имеется множество уязвимостей современных алгоритмов шифрования [1-2], которые используются для хранения паролей, а мощности машин растут высокими темпами и позволяют осуществить полный перебор даже самых стойких алгоритмов шифрования. Кроме того, создаются новые квантовые компьютеры, способные выполнять полный перебор за доли секунды, что полностью обесценивает пароль как технологию, способную защитить важные данные [3]. Поэтому необходимы дополнительные методы защиты в виде биометрических данных.

Примерами таких видов защиты могут служить отпечаток пальца, сканирование лица, опознание по голосу и другие алгоритмы [4]. Несмотря на их эффективность, данные методы работают только для предотвращения доступа на этапе аутентификации к серверу или защищенному хранилищу. Если доступ уже был получен, то злоумышленник, используя чужой аккаунт, может беспрепятственно использовать информацию на сервере в своих целях. Чтобы предотвратить данную ситуацию, необходимо использовать алгоритм компьютерного почерка.

Данный алгоритм не заслужил популярности по причине высокого уровня ошибок 1 и 2 типа [5]. На сегодняшний день эффективное решение данных проблем так и не было найдено. Алгоритм может выполнять роль лишь дополнительной защиты.

Одной из основных проблем данного алгоритма является невозможность определения психологического состояния человека, из-за которой его клавиатурный почерк может измениться [6]. Таким образом, человек не будет опознан как владелец аккаунта. Данную ошибку можно исправить за счет ошибок второго рода, т.к. уменьшение ошибок первого рода (правильное определение пользователя, печатающего одной рукой или медленнее обычного из-за болезни) увеличивают вероятность для ошибок второго рода (легче имитировать почерк из-за большей погрешности). Но подобный подход неэффективен [7].

Наиболее верным подходом будет использование интеллектуальных эвристических алгоритмов. Поскольку человек может иметь различные психологические состояния в зависимости от множества факторов, верным решением будет разбить его почерк на несколько групп. Так, можно запомнить его клавиатурный почерк во время различных психологиче-

ских состояний. Используя данный метод можно проверять психологическое состояние человека и его почерк, соответствующий данному состоянию.

Поскольку данный метод требует достаточно большого объема данных не только для обучения, но и для работы, алгоритм необходимо использовать не на этапе аутентификации, а на этапе работы с системой. Программа должна распознавать, кто работает за компьютером, и в случае, если за компьютером работает не владелец аккаунта – отключать его от системы тем самым препятствуя работе злоумышленника.

Использование клавиатурного почерка как дополнительной меры мониторинга безопасности в информационных системах теоретически существенно повысит защищенность данных и уменьшит количество не санкционированного доступа к серверам.

### ***Библиографический список***

1. **Гридин, В. Н.** Исследование вопросов криптостойкости и методов криптоанализа нейросетевого алгоритма симметричного шифрования / В. Н. Гридин, В. И. Солодовников // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2016. – № 7(180). – С. 114-122. – DOI 10.18522/2311-3103-2016-7-114122. – EDN WXGJCR.
2. **Малинский, А. Е.** Оценка криптостойкости полностью гомоморфных систем / А. Е. Малинский // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2013. – № 11(23). – С. 41. – EDN RPZHLL.
3. **Ключарев, П. Г.** Квантовый компьютер и криптографическая стойкость современных систем шифрования / П. Г. Ключарев // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия Естественные науки. – 2007. – № 2(25). – С. 113-120. – EDN IAYJCV.
4. **Швырев, Б. А.** Информационная безопасность и биометрия / Б. А. Швырев // Вестник института: преступление, наказание, исправление. – 2015. – № 2(30). – С. 87-89. – EDN TXHOUL.
5. **Костюченко, Е. Ю.** Распознавания пользователя по клавиатурному почерку на фиксированной парольной фразе в компьютерных системах / Е. Ю. Костюченко, Р. В. Мещеряков // Известия ТРТУ. – 2003. – № 4(33). – С. 177-178. – EDN KVHRHN.
6. **Аюпова, А. Р.** Аутентификация по клавиатурному почерку: выгоды и проблемы использования / А. Р. Аюпова, А. Р. Якупов, А. А. Шабалкина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 12-5(66). – С. 55-58. – DOI 10.23670/IRJ.2017.66.123. – EDN YNMOUТ.
7. **Сидоркина, И. Г.** Три алгоритма управления доступом к КСИИ на основе распознавания клавиатурного почерка оператора / И. Г. Сидоркина, А. Н. Савинов // Вестник Чувашского университета. – 2013. – № 3. – С. 293-301. – EDN RUBSXP.

УДК 004.056

ТИМОФЕЕВА О.П., УСАНОВА А.В., ФАРАФОНОВА Н.А.

### **РАЗРАБОТКА ПЛАГИНА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ПИСЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИБРИДНОЙ КРИПТОСИСТЕМЫ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблема защиты содержания электронных писем возникает как у обычного пользователя, так и у организаций разного уровня, которые используют в своей работе электронные почтовые системы.

Объектом исследования является плагин веб-браузера, который шифрует электронные письма с помощью гибридной криптосистемы.

Практическая ценность результатов заключается в применении российского симметричного криптографического алгоритма Кузнечик (ГОСТ Р 34.12-2015) и сочетании работы двух криптоалгоритмов (симметричного и асимметричного), что повышает надежность защищаемой информации.

Описание программного продукта. Обмен электронными письмами начинается с получателя, он генерирует открытый и закрытый ключи RSA и отправляет на сторону отправителя открытый ключ. Отправитель копирует себе полученный ключ, после в окне написания нового письма выбирает электронный адрес получателя и пишет сообщение. Далее текст письма шифруется с помощью алгоритма Кузнечик, ключ Кузнечика шифруется с помощью открытого ключа RSA и все это отправляется получателю. На стороне получателя расшифровывается ключ Кузнечика с помощью закрытого ключа RSA, далее с использованием ключа Кузнечика дешифруется текст письма. Ключ RSA имеет размер 1024 бит, ключ Кузнечика – 256 бит.

Программная реализация. Структура расширения содержит манифест – обязательный файл расширения, который является «точкой входа» в него, контекст выполнения и обмен сообщениями. Для программной реализации плагина был использован язык программирования JavaScript, гипертекстовая разметка HTML, каскадные таблицы стилей CSS, API для обмена сообщениями между разными частями расширения. Для написания кода программы использовался текстовый редактор Notepad++.

Реализация алгоритмов шифрования RSA и Кузнечик. Криптобиблиотеки JavaScript, которые реализуют алгоритм RSA: Jsbn, Jsencrypt, Cryptico, Jscrypto, Crypto. Применена JSEncrypt - библиотека шифрования RSA, реализованная js. Java использует эту библиотеку для реализации шифрованной передачи RSA, чтобы предотвратить передачу открытого текста http.

Алгоритм криптосистемы. Кузнечик был реализован без использования криптобиблиотек. Были разработаны следующие функции алгоритма Кузнечик:

- шифрование и дешифрование;
- генерация раундовых ключей;
- сложение;
- нелинейное преобразование и обратное нелинейное преобразование;
- линейное преобразование и обратное линейное преобразование;
- вычисление итерационной константы по номеру итерации.

В результате исследования разработан плагин веб-браузера для шифрования электронной почты с использованием алгоритма шифрования RSA и Кузнечик (ГОСТ Р 34.12-2015).

УДК 004.052.004.85

ТИЩЕНКО А.А.

## **МЕТРИКИ УСТОЙЧИВОСТИ В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рост интеграции нейросетевых технологий в массово используемые продукты, приложения и системы с каждым годом бьет рекорды. Как и любой распространенный тип ПО, системы, работа которых основана на применении нейросетевых алгоритмов, могут быть подвержены внешним воздействиям со стороны злоумышленников.

Примером таких воздействий для сверточных нейронных сетей служат соревновательные атаки – изображение, поверх которого накладывается «шум», в виде изменения пик-



селя(-ей). Из-за данного зашумления происходит ошибка классификации. Поэтому в ряде систем, ключевым элементом, которых является классификация и как следствие идентификация некоторой уникальной информации (лицо, отпечаток пальцев, голос, QR-код и т.д.), наравне со стандартным для нейросети параметром – точности, необходим ввод такого параметра как устойчивость нейронной сети.

Устойчивость – это параметр, который отслеживает абстрактность мышления модели, восприимчивость нейронной сети к изменениям в объекте, который подается на вход нейросети. Как и в случае точностью, для отслеживания качества нейронной сети в плане устойчивости необходимо ввести соответствующие метрики.

Метрика точности нейронной сети – ассурасу, имеет следующий вид:

$$accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}, \quad (1)$$

где TP, TN, FP, FN – результаты классификации, представленные в матрице ошибок, пример которой представлен в таблице 1.

**Таблица 1**

**Матрица ошибок**

	$Y = 1$	$Y = 0$
$\hat{Y} = 1$	True Positive(TP)	False Positive(FP)
$\hat{Y} = 0$	False Negative(FN)	True Negative(TN)

В таблице  $Y$  – результат классификации, который должен быть.  $\hat{Y}$  – результат классификации, полученный на выходе нейронной сети. На основе метрики ассурасу, предлагаемая метрика устойчивости  $adv\_accuracy$  будет другое описание матрицы ошибок: обозначим  $Y$  – результат классификации объекта, а  $\hat{Y}$  – результат классификации того же самого объекта, но атакованного, некоторым алгоритмом генерации шума. Таким образом можно отследить качество нейросети в устойчивости, относительно одного алгоритма генерации шума.

В отличие от оригинальной метрики ассурасу, описанная выше метрика  $adv\_accuracy$  не имеет недостаток в виде требования равных классов, так как матрица ошибок строго бинарная – определяется факт совпадения с исходным классом. Вторая метрика,  $adv\_diff$ , представляет собой манипуляцию со стандартной точностью – это разница вероятностей классификации стандартного и соревновательного объекта в пределах одного класса. Метрика отражает степень устойчивости к атакам в рамках одного класса и как следствие является более гибкой для отслеживания качества нейронной сети. Например, точность и устойчивость в классификации определенных классов является более приоритетной для определенных классов: данная метрика позволит эффективнее выполнить данное требование. Устойчивость нейронных сетей должна стать таким же важным параметром как точность или скорость работы для нейросетей, применяемых в системах, с повышенным приоритетом в плане безопасности и надежности.

УДК 004.052

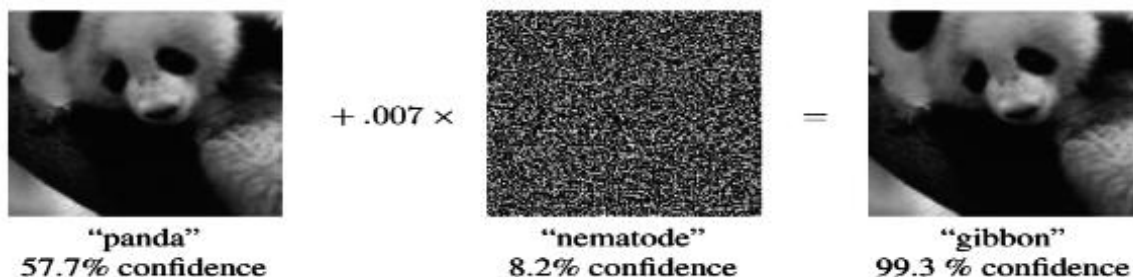
ТИЩЕНКО А.А.

## **ЗАЩИТА НЕЙРОННОЙ СЕТИ ОТ СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ АТАК**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На текущий момент существует множество систем, работа которых основана на классификации изображения с помощью сверточной нейронной сети. Рост популярности подобного рода технологий неизбежно приведет к появлению ПО, работа которого направлена на вред таким системам.

Вред нейронной сети представляет собой соревновательную атаку – изображение, в котором некоторое количество пикселей изменено незаметно для человеческого глаза, но фатально для нейросети. Обработка таких соревновательных изображений приводит к ошибке классификации.



**Рис.1. Пример соревновательной атаки**

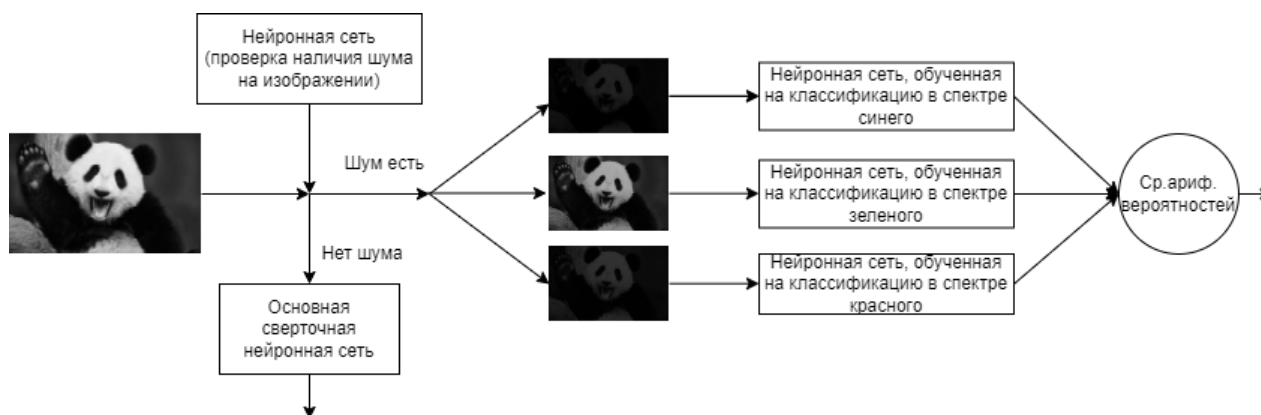
Устойчивость к подобного рода атакам может быть повышена на этапе обучения нейронной сети с помощью аугментации данных, но дообучать подобным образом уже используемые нейронные сети крайне затратно в плане времени, ресурсов и эффективности. Необходимо создать отдельный компонент системы – сервис, легко встраиваемый в начальную систему, который поможет в противодействии подобного рода атакам.

Идея такого рода защиты может быть представлена в виде следующего алгоритма:

1. Подаваемое на вход изображение проверять на наличие атакующего шума нейросетью специально обученной на размеченном наборе данных с содержанием атакованных изображений.
2. В случае если изображение было классифицировано как атакованное, то оно подается на каскад нейросетей, предварительно разбитое на три и более изображения, представленные в виде спектров красного, зеленого и синего цветов.
3. Каждая нейронная сеть предварительно обучена на классификацию в своем спектре цвета. Среднее арифметическое результатов классификации будет результатом классификации изображения, приближенное к тому значению, которое могло быть в случае отсутствия шума.
4. В случае если изображение было классифицировано как неатакованное, то оно подается на вход начальное нейронной сети.

Шаг с проверкой на наличие шума является опциональным – метод может обрабатывать каждое изображение, но в таком случае будут потери в производительности.

Схема метода защиты от соревновательных атак выглядит следующим образом (рис.2):



**Рис.2. Схема компонента защиты системы от соревновательных атак**

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХ МЕТОДОВ ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ: АЛГОРИТМ РОЯ ЧАСТИЦ И ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Задача глобальной оптимизации в математическом смысле подразумевает поиск локальных экстремумов и нахождение среди них глобального оптимума. Проблема нахождения эффективных методов для решения задач глобальной оптимизации возникает как в задачах проектирования, так и в задачах при моделировании реальных процессов. В данной работе будут рассмотрены два алгоритма оптимизации: алгоритм роя частиц и генетический алгоритм.

Сравнение двух алгоритмов будет осуществляться с помощью функции Била и функции Экли. Для наглядной работы алгоритмов при помощи библиотек `matplotlib` и `imageio` будет создан GIF рисунок.

Решение задачи нахождения экстремума функции алгоритмом роя частиц будет характеризоваться взаимодействием частиц. Каждая частица описывается параметрами: координатами частицы в пространстве и значением целевой функции. Алгоритм с помощью алгоритма роя частиц будет состоять из инициализации и вычислений. Инициализация задает начальные значения для всех частиц. Для отдельной частицы инициализация будет выглядеть следующим образом:

- получить начальное положение частицы случайным образом с помощью равномерного распределения;
- присвоить локально лучшему решению значение начального положения частицы;
- если локально лучшее решение лучше текущего глобального решения, то обновить его значением локально лучшего решения частицы;
- получить начальную скорость частицы случайным образом с помощью равномерного распределения.

Вычисления происходят до тех пор, пока не будет выполнено условие остановки.

Обновление скорости частицы представлено на формуле 1, где  $t$  – номер итерации;  $i$  – номер частицы;  $\chi$  – коэффициент стягивания;  $c_1$  – коэффициент, определяющий степень влияния локально лучшего решения на скорость;  $c_2$  – коэффициент, определяющий степень влияния глобально лучшего решения на скорость;  $w$  – коэффициент инерции;  $x_i$  – положение частицы;  $l_i$  – локально лучшее решение;  $g$  – глобально лучшее решение;  $v_i$  – скорость частицы;  $r_1, r_2$  – значения случайных величин, распределенных равномерно в промежутке от 0 до 1.

$$v_i^t = \chi \left( w v_i^{t-1} + c_1 r_1 (x_i^{t-1} + l_i^{t-1}) + c_2 r_2 (x_i^{t-1} + g^{t-1}) \right) \quad (1)$$

Обновление положения частицы в пространстве представлено на формуле 2.

$$x_i^t = x_i^{t-1} + v_i^t. \quad (2)$$

Главной особенностью генетического алгоритма является оператор «скрещивание». На первом этапе происходит создание начальной популяции: каждая особь получает случайным образом свои координаты. На втором этапе идет процесс размножения, где случайным образом выбирается пара родителей. После размножения отбирается часть особей, которая подвергается случайным мутациям в генах. Особи с наименьшим показателем значения целевой функции проходят дальше. Данные этапы повторяются до тех пор, пока не будет достигнута точка остановки. В качестве остановки можно использовать достижение максимального числа итераций алгоритма.

Целью данной работы является исследование двух алгоритмов глобальной оптимизации и сравнение их результатов по критерию минимального количества итераций нахождения глобального минимума.

УДК 621.3.07

АБУЗЯРОВ Т. Х.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЕМ ЗВЕНА ПОСТОЯННОГО ТОКА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИНВЕРТОРОВ СДВОЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ШАГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Последние достижения в области силовой полупроводниковой электроники, а также растущие требования к эффективности и компактности энергетических преобразователей [1] подталкивают всё большее число исследователей и разработчиков в области электропривода и преобразовательной техники к отказу от применения классических схемных решений силовой части. Одним из перспективных направлений исследований является вопрос применения многоуровневых силовых преобразователей в сетях низкого напряжения. С одной стороны, к особенностям таких систем можно отнести сниженные потери в преобразователе, с другой – возросшее число силовых элементов и зачастую необходимость использовать несколько независимых источников питания.

Примечательным является тот факт, что в подобных системах некоторые из инверторов (в составе каскадной инверторной системы) являются «дополнительными» и могут работать вообще без источника питания в звене постоянного тока [2, 3], генерируя (частично или полностью) реактивную энергию, потребляемую электрической машиной. При этом принципиально возможно и целесообразно регулирование напряжения конденсатора звена постоянного тока при низких скоростях вращения вала электродвигателя с целью снижения размаха пульсаций фазного напряжения электродвигателя и, как следствие, пульсаций генерируемого электромагнитного момента. На рис. 1 представлен полученный методом имитационного моделирования график фазного напряжения шагового электродвигателя при питании от двойной инверторной системы с регулированием напряжения дополнительного инвертора.

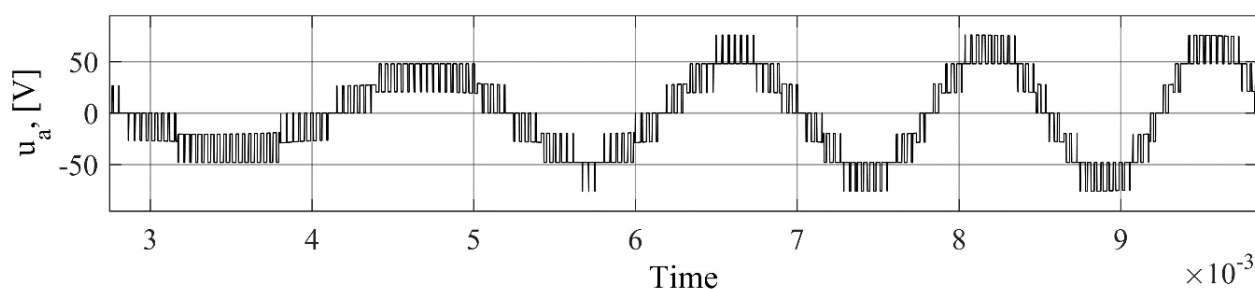


Рис. 1. Напряжение фазы А шагового электродвигателя

Регулирование напряжения дополнительных преобразователей каскадных инверторов позволит снизить динамические потери в преобразователе, снизить коэффициент гармонических искажений потребляемого тока, что в конечном итоге приведет к снижению массогабаритных показателей преобразовательной части электропривода

### ***Библиографический список***

1. **Lei Y.** A 2 kW, Single-Phase, 7-Level Flying Capacitor Multilevel Inverter with an Active Energy Buffer / Lei Y. [et al.] // IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 32, no. 11, pp. 8570-8581, Nov. 2017, doi: 10.1109/TPEL.2017.2650140.
2. **Kim J.** Dual-Inverter Control Strategy for High-Speed Operation of EV Induction Motors / Kim J. [et al.] // IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 51, no. 2, april 2004
3. **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.

УДК 621.316.925.1

БЕЛОВ Я.Н., ЕВДОКИМОВ Д.М.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОЙ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ С ПОДДЕРЖКОЙ СТАНДАРТА МЭК 61850 НА ПОДСТАНЦИИ 110/35/10 кВ**

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

Развитие современных коммуникационных технологий создает предпосылки для внедрения на объектах электросетевого хозяйства различных видов интеллектуальных электронных устройств (ИЭУ), обеспечивающих функции измерения, учета, защиты и управления.

Возникновение стандарта МЭК 61850 и учет его требований при объединении ИЭУ через единую информационную сеть позволит создать систему, преимуществом которой являются: высокоскоростной обмен между ИЭУ, повышение резервирования и быстродействия защит.

Основными протоколами передачи данных являются протоколы MMS и GOOSE. Протокол МЭК 61850-8-1 MMS применяется для передачи данных по клиент-серверной технологии. Как правило, используется для обмена информацией между ИЭУ и системами верхнего уровня, а также между ИЭУ по локальной вычислительной сети. Протокол МЭК 61850-8-1 GOOSE используется для быстрой передачи данных о событиях между ИЭУ по локальной вычислительной сети.

Применение цифровой микропроцессорной релейной защиты возможно по схемам электрического подключения токовых цепей терминала: 3ТТ;3ТТ+ТТНТ; 2ТТ+ТТНТ.

Практическая реализация систем РЗА подстанций возможна в двух вариантах: децентрализованное исполнение (каждое устройство является полноценным элементом защиты и управления, способно выполнять все функции при потере каналов связи или отказе смежных устройств) и централизованное исполнение (локальные устройства управления, измерения и передачи команд на каждом присоединении с полнофункциональными «виртуальными» терминалами РЗА всех элементов ПС в едином центре управления).

В ряде случаев киберуязвимость объектов критической информационной инфраструктуры вызывает необходимость отключения удаленного доступа к системе управления, сбора и передачи данных. В сложившихся условиях для обеспечения и повышения надежности необходимо сформировать следующие минимальные требования: использование только рос-

сийских стандартизированных алгоритмов шифрования и криптозащиты, отечественной доверенной аппаратно-программной платформы, прикладного и конфигурационного программного обеспечения.

При проектировании системы цифровой РЗА на примере существующей подстанции 110/35/10 кВ выбираем соответствующее требованиям СТО\_56947007-29.120.70.241-2017 терминалы защиты и автоматики, включающие в себя необходимый набор функций для всех элементов ПС. Объединение таких устройств позволяет получить избыточность измерений, что вкупе со специальными алгоритмами оценки достоверности показаний позволяет повысить надежность РЗА, тем самым снижая риск возникновения крупных системных аварий. Такая конфигурация позволяет осуществить РЗА, где одно физическое ИЭУ с фиксированным набором функций защищает несколько присоединений, а резервирование функций выполняется в другом/других ИЭУ.

Кроме того, использование цифровых технологий открывает широкие возможности для разработки и внедрения более точных методов определения места повреждения (ОМП) как питающих линий электропередачи, так и отходящих присоединений подстанций. Интеграции функций и сценарии резервирования были реализованы на основе децентрализованного варианта исполнения защит.

УДК 621.3.078

БЕРДНИКОВ И.Е., ДАРЬЕНКОВ А.Б., СЛУЗОВ А.П., ПЛЕХОВ А.С.

## **УНИВЕРСАЛЬНЫЙ НИЗКОВОЛЬТНЫЙ МАЛОМОЩНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ ИНТЕРФЕЙСАМИ СВЯЗИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время существует большое количество низковольтных преобразователей параметров электрической энергии с выходным напряжением до 36 В. Как правило, каждый тип преобразователя предназначен для применения в конкретной сфере. Например, в области электропривода – для управления двигателями постоянного тока, в области лазерных технологий - для электропитания лазеров. Структуры силовых схем таких преобразователей напряжения схожи, а основные отличия заключаются в структурах систем управления. При этом, как правило, системы управления рассматриваемых преобразователей реализуются на дискретных элементах и оснащены аналоговым управлением. Такой вариант управления не оптимален, потому что интеграции преобразователей в иерархические системы управления требуется применение устройств согласования интерфейсов.

Авторами проекта разработан универсальный низковольтный преобразователь напряжения, оснащенный цифровой системой управления. Применение цифровой системы управления позволяет адаптировать алгоритмы управления под конкретный объект при неизменной структуре силовой части преобразователя. Преобразователь напряжения предназначен для управления порошковым магнитным тормозом по протоколу MODBUS RTU [1] и позволяет формировать различные зависимости тормозного момента от времени.

Основные характеристики разработанного преобразователя:

- диапазон входного постоянного напряжения: 12-36 В;
- максимальная выходная мощность: 300Вт;
- наличие трех гальванически изолированных дискретных входов напряжением 12-24 В;
- наличие трех гальванически изолированных дискретных выходов напряжением 12-24 В (током до 0,5А);
- возможность дистанционного управления преобразователем по гальванически изолированным интерфейсам связи RS-485 или CAN;
- поддерживаемые протоколы передачи данных: Modbus RTU, Modbus ASCII, CANopen.

Основные области применения преобразователя напряжения: управление двигателями постоянного тока и бесколлекторными, синхронными двигателями с возбуждением от постоянных магнитов [2], управление активно-индуктивной нагрузкой, порошковыми тормозами, электромагнитными клапанами, лазерными модулями.

При разработке преобразователя учтено удобство монтажа и обслуживания, компактность и надежность конструкции, универсальность и адаптивность схемных решений, адаптация программного обеспечения под конкретный объект управления. Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда (проект № 20-19-00372).

### *Библиографический список*

1. Информация с сайта IPC2RU, <https://ipc2u.ru/articles/prostye-resheniya/modbus-rtu/> (дата обращения 25.04.2022).
2. **Овчинников, И. Е.** Вентильные электрические двигатели и привод на их основе (малая и средняя мощность) / И. Е Овчинников : Курс лекций. - СПб. : КОРОНА-Век, 2006. - 336 с.

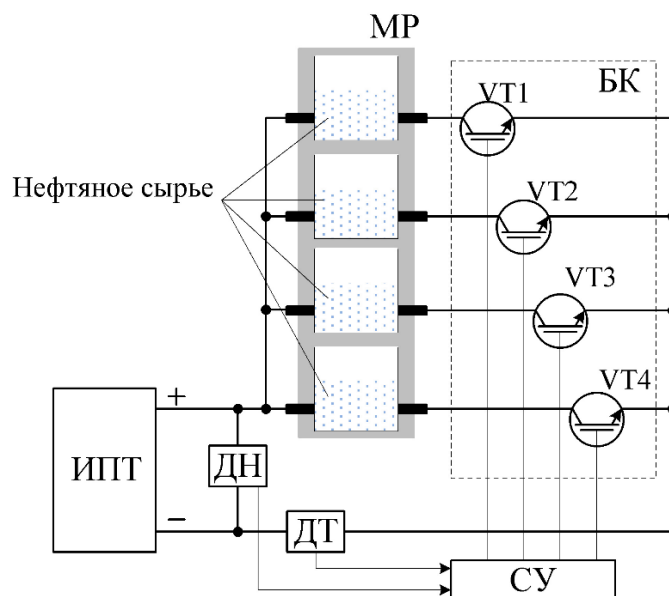
УДК 621.31

БОДРИКОВА Е.Р., ТИТОВ Е.Ю., ТИТОВ Д.Ю.

## **МОДУЛЬНЫЙ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ РЕАКТОР**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Плазма, создаваемая электрическими разрядами в жидкостях, имеет высокий потенциал использования в ряде областей современной промышленности. Электрические разряды в жидкостях создают сильно неравновесную низкотемпературную плазму, в которой температура электронов намного выше, чем температура газа и жидкости. Процесс можно проводить при атмосферном давлении или выше. В работе приводится описание плазмохимического реактора и системы управления генерацией электрических разрядов в жидкости. Принципиальная схема плазмохимического реактора показана на рис. 1.



**Рис. 1. Структурная схема модульного реактора:**

**MR – модульный реактор; БК – блок коммутации; ИПТ – источник постоянного тока; ДН – датчик напряжения; ДТ – датчик тока; СУ – микропроцессорная система управления; VT1, ..., VT4 – силовые транзисторы**



Система управления позволяет регулировать количество работающих секций, напряжение при котором происходит разряд, количество разрядов в секции, частоту и скважность коммутации силовых транзисторов, находящихся в блоке коммутации [1]. Каждая секция реактора соединена с соответствующим транзистором в БК. Система управления СУ измеряет значение напряжения на выходе ИПТ с помощью датчика напряжения ДН и сравнивает его с заданным. При достижении заданного значения напряжения с измеренным СУ формирует управляющие импульсы для транзисторов в БК. Количество разрядов считается СУ с помощью датчика тока – ДТ.

1. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU №2020611902. Программа для автоматизированного управления низковольтной электроразрядной модульной установкой переработки тяжелых нефтей и нефтепродуктов / Е.Ю. Титов, Д.Ю. Титов, И.В. Бодриков // Заявка № 2020610464 от 13.01.2020. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 12 февраля 2020 г.

УДК 621.31.4-52

ЕВДОКИМОВ Д.М., БЕЛОВ Я.Н

## **РЕАЛИЗАЦИЯ КОНЦЕПЦИИ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ НА ПРИМЕРЕ ТИПОВОЙ ПОДСТАНЦИИ 110/35/10 кВ**

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

Актуальность выбранной темы связана с тем, что в настоящее время технология «Цифровая подстанция» (ЦПС) является одним из ключевых направлений в концепции "Цифровая трансформация 2030". Целью данного нового стандарта является создание коммуникационного стандарта, который будет удовлетворять всем требованиям производительности, надежности, а также будет иметь возможность поддержки дальнейшего развития.

Современная ЦПС оснащается цифровыми устройствами, которые базируются на стандарте МЭК 61850, которым регламентируются и определяются требования к формату приёма/передачи данных для интеллектуальных электронных устройств (ИЭУ).

В общем случае система связи ЦПС состоит из передатчика, приемника и канала коммуникаций. С помощью унифицированных протоколов, описанных в МЭК 61850, появляется возможность доступа ко всей информации на ЦПС, сведенных в единый коммуникационный стандарт. Тип среды передачи информации и сетевые топологии предоставляют различные возможности по скорости, безопасности, надёжности и чувствительности организации релейной защиты и систем технологического управления.

Одной из характерных черт ЦПС является оцифровка полученных первичных данных в точке измерения. В качестве канала передачи данных, руководствуясь анализом возможных вариантов, наиболее оптимальным решением является использование сети с коммутацией пакетов «Ethernet». Данное решение позволяет обеспечивать обмен данными между устройствами уровня «Присоединения» и устройствами уровня «Шина процесса» с помощью топологии локальной сети – «точка-точка».

Применение технологии ЦПС на типовой подстанции 110/35/10кВ позволяет добиться унификации информационных протоколов обмена данными, реализации функции удаленного доступа и дистанционного управления, легко реализовывать техническое обслуживание, а также контроль посредством централизованной системы SCADA.

Для успешной реализации проекта по внедрению ЦПС на типовую подстанцию необходима разработка общей концепции построения программно-аппаратного комплекса цифровой подстанции, оснащение силового оборудования цифровыми датчиками, встроенными в микропроцессорные системы диагностики силового оборудования, использование допол-

нительных возможностей для контроля и диагностики оборудования, каналов сбора/передачи информации и управления.

Дополнительные затраты на внедрение технологии будут компенсированы за счет не обслуживаемости модульных самодиагностируемых подстанций, проведения их модернизации на основании обновления программного обеспечения без замены оборудования, снижения количества кабелей вторичных цепей за счет замены медных кабелей на оптоволоконные. Интеллектуальные системы анализа данных позволяют перейти на прогностическое обслуживание, тем самым избегая чрезвычайных расходов на ремонт.

УДК 621.33

КОРОБЕЙНИКОВ О.И., ПЛЕХОВ А.С.

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ СИСТЕМА РЕЛЬСОВОГО ФУНИКУЛЕРА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рельсовый фуникулер является актуальным решением для выполнения задач по транспортировке людей на крутых участках местности. Фуникулер может преодолевать крутые склоны и горные трассы с уклоном до 35°. Такое транспортное средство тратит минимум электроэнергии: электричество используется не для подъема и спуска вагонов, а для того, чтобы преодолеть силу трения, тормозить и компенсировать разницу в весе вагонов. Внутри фуникулера пассажиры не ощущают наклона, положение пола вагонов почти горизонтальное.

Вагон начинает движения благодаря электроприводу переменного тока, расположенному, как правило, на верхней станции. Такой тип электродвигателя был выбран благодаря низкой себестоимости, простотой в обслуживании и КПД не менее 90%. Кроме того его устройство позволяет плавно изменять скорость вращения, не прибегая к помощи дополнительного оборудования.

Электроснабжение оборудования вагона фуникулера осуществляется:

- на трассе от аккумуляторных батарей;
- на станциях от шин, от которых производится зарядка батарей.

Данное решение обуславливается тем, что благодаря аккумуляторным батареям можно обеспечить связь вагончика с пунктом управления и безопасно эвакуировать людей на станции в случае неполадок в системе энергоснабжения (СЭС).

Для обеспечения электроэнергией самого электрического привода необходимо подвести кабельную линию от шкафа распределительного здания к шкафу управления приводной станции.

Одну из ключевых ролей в управлении электроприводом фуникулера играет электронный частотный преобразователь, который позволяет обеспечить непрерывную трансформацию входных параметров электроэнергии аккумуляторной батареи в выходные напряжение и частоту, требуемые для питания синхронного электродвигателя с возбуждением от постоянных магнитов.

Использование электронного частотного преобразователя (ПЧ) в качестве силового блока и процессорных систем управления и контроля дает возможность оптимизировать технологические процессы, связанные с управлением движением при минимизации затрат на электроэнергию. Последнее обеспечивается тем, что полный заряд аккумуляторных батарей производится в ночное время, когда тарифы на электроэнергию значительно ниже дневных.

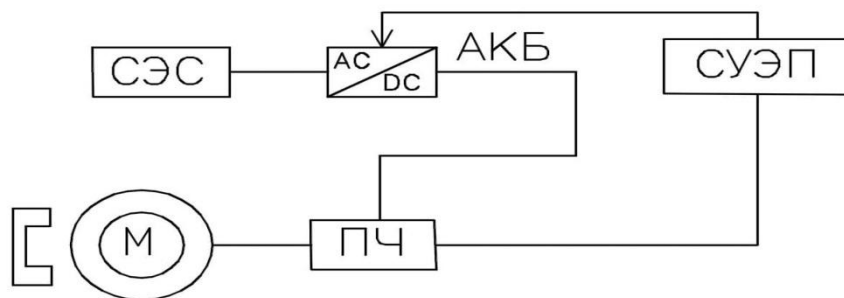


Рис.1. Структурная схема системы управления рельсового фуникулера

### Библиографический список

1. **Тархов С.А.** Наши фуникулеры. Учебное пособие / С.А. Тархов, А.Г. Мясников. - Москва. 2008. 299 с.
2. [https://aif.ru/society/transport/chem\\_funikuler\\_otlichaetsya\\_ot\\_kanatnoy\\_dorogi\\_funikuler](https://aif.ru/society/transport/chem_funikuler_otlichaetsya_ot_kanatnoy_dorogi_funikuler) [Электронный ресурс] : – дата обращения 27.04.2022.

УДК 621.3

ЛОСКУТОВ А. А., КАЛУГИН Р. Е.

## АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОАВТОМАТИКИ В СЕТЯХ С РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последнее время наблюдается рост доли выработанной электроэнергии средствами распределённой генерации (РГ). К объектам РГ можно отнести объекты малой энергетики, которые работают автономно с мощностью до 30 МВт. К ним можно отнести солнечные, ветровые, газопоршневые и дизельные установки. Они легче и быстрее вводятся в работу в удаленных районах без централизованного электроснабжения по сравнению с подключением электрофицируемого района к единой энергосистеме.

Основными причинами строительства объектов РГ предприятиями являются:

- ограничение на подключение новых потребителей к существующим распределительным сетям при увеличении мощности присоединенной нагрузки;
- стремление снизить затраты на электроэнергию, включая затраты на передачу и распределение по распределительным сетям;
- необходимость обеспечения или повышения надежности электроснабжения электроприемников потребителей.

Главной особенностью объектов РГ является их малый момент инерции  $T_j$ , что ставит вопрос по обеспечению динамической устойчивости в таких сетях. Поэтому важно совершенствовать алгоритмы работы автоматики для более точного и скорого определения ненормальных режимов. Для определения условий наступления ненормальных режимов необходимо прибегнуть к моделированию. Путем имитации элементов схемы и процессов, происходящих в ней, можно сделать конструктивный анализ и точные заключения о том, как поведёт себя объект в реальных условиях эксплуатации.

Исследуемая имитационная модель позволяет оценить основные параметры режима ( $I$ ,  $U$ ,  $P$ ,  $Q$ ,  $f$ ) при различных вариантах пуска синхронной машины на параллельную работу с

энергосистемой, а также при различных возмущениях (КЗ, отключение элемента, небольшие изменения нагрузки).

На основании полученных результатов можно уже рассуждать о допустимости работы источника РГ в тех или иных условиях, а также построении и совершенствовании устройств автоматики, которые будут обеспечивать номинальные параметры установившегося режима.

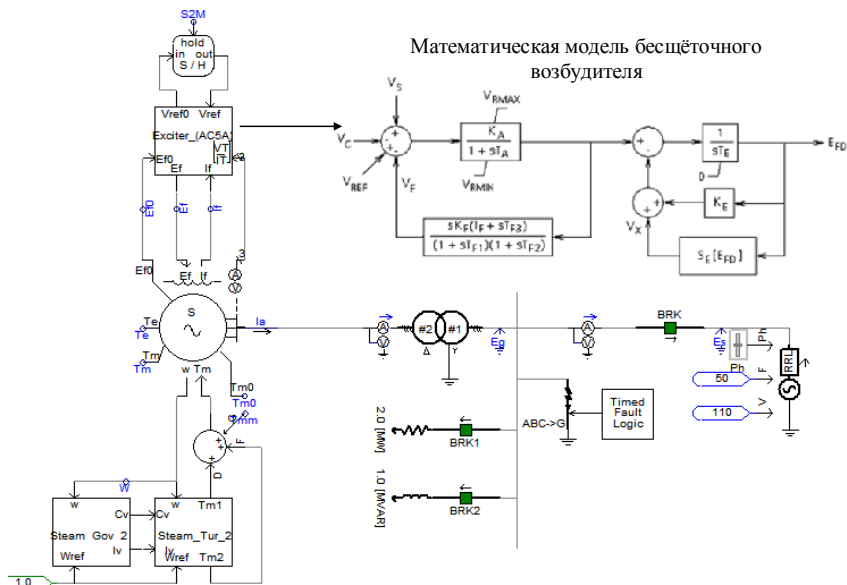


Рис. 1. Имитационная модель исследуемой системы

1. **Илюшин, П.В.** Автоматика управления нормальными и аварийными режимами энерго-районов с распределенной генерацией: монография / П.В. Илюшин, А.Л. Куликов. – Н. Новгород: НИУ РАНХиГС, 2019. – 364 с.

УДК 621.3

ЛОСКУТОВ А. А., ПЕТРОВ И.А.

## ПРОВЕДЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ТЕРМИНАЛА ТОКОВОЙ ЗАЩИТЫ SPAS 801 С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА RTDS NOVACOR

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Согласно СТО 56947007-29.120.70.241-2017 ПАО «ФСК ЕЭС» [1], к устройствам релейной защиты и автоматики (РЗА) предъявляется ряд функциональных требований, подлежащих проверке. Объектами испытаний являются устройства РЗА, а также связанные с ними устройства автоматики: устройства резервирования при отказе выключателя (УРОВ), автоматическое повторное включение (АПВ), автоматический ввод резерва (АРВ), автоматика управления выключателем (АУВ) и пр.

В настоящее время существует несколько устройств, позволяющих осуществлять испытания микропроцессорных устройств РЗА такие, как установки ЭУ5001, ЭУ5053, Omicron СМС 356, программно-измерительные комплексы РЕТОМ-21(25) и РЕТОМ-61(71). Следует отметить, что данные устройства не позволяют в полной степени осуществлять комплексную проверку устройств РЗА с обратным получением всех необходимых управляющих дискретных (цифровых) сигналов. Имеющийся в НГТУ им. Р.Е. Алексева программно-аппаратный

комплекс (ПАК) RTDS NovaCor позволяет реализовать самые передовые и эффективные методы проведения испытаний устройств РЗА объединяя имитационную модель электрической сети в ПО RSCAD FX, функционирующую в реальном времени, с внешним физическим оборудованием с помощью аналоговых, дискретных сигналов, цифровых интерфейсов, а также производить проверку устройств РЗА при всех возможных видах воздействий (аварийных режимах). Таким образом, осуществляются «полунатурные эксперименты» и воспроизводятся условия функционирования близкие к реальным (рис.1).



Рис. 1. Структура функциональных испытаний и модель сети для испытания РЗА

За счет постоянной обратной связи между устройством РЗА и моделью осуществляется наблюдение за полной картиной взаимодействий системы РЗА и ЭЭС в реальном времени. Результатами испытаний являются «срабатывание/не срабатывание» реле и получение обратных сигналов от испытываемого устройства РЗА в имитационную модель. В ходе исследования разработаны: комплексная имитационная модель сети с элементами управления, входными/выходными аналоговыми и цифровыми каналами и осциллографированием событий; программа и методика функциональных испытаний терминала РЗА SPAC 801, отсутствующая ранее для ПАК RTDS NovaCor.

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»)

УДК 621.33

МОНАХОВ Н.В., ПЛЕХОВ А.С.

## ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ ДРЕЗИНА С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Из-за постоянных перегрузок и климатических условий ежегодно приходится ремонтировать около десяти тысяч километров железнодорожного пути. Для поддержания железных дорог в пригодном состоянии осуществляется выявление дефектов путём диагностики.

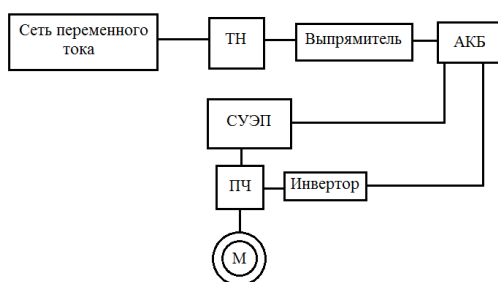
Дрезина с электроприводом позволяет существенно ускорить этот процесс. Она представляет собой тележку, приводимую в движение электродвигателем, который питается энергией аккумуляторной батареи. Такая дрезина служит для быстрого передвижения по железнодорожному пути, что позволяет сократить время прибытия специалистов в места проведения работ. Она может использоваться также для передвижения путеизмерительной тележки и доставки небольших грузов.

В докладе представлен электропривод железнодорожной дрезины с асинхронным электродвигателем, обороты которого регулируются частотным преобразователем. Такой элек-

тродвигатель является дешёвым и надёжным, что в свою очередь отражается на общей стоимости агрегата. Использование электропривода снижает нагрузку на слуховой аппарат работников по сравнению с использованием двигателя внутреннего сгорания. Использование аккумуляторной батареи позволяет передвигаться в местах обрыва контактной сети, а также снижает выброс вредных веществ в окружающую среду.

Дрезина работает в режимах стоп, вперёд и назад, что исключает требование её подъёма и разворота для движения в обратном направлении. Электродвигатель работает в двигательном режиме и в режиме генератора при торможении, что позволяет увеличить время до следующей зарядки аккумуляторной батареи.

Целью исследования является разработка системы управления дрезины на электроприводе. В ходе исследования произведены предварительные расчёты основных параметров, рассмотрены три варианта двигателей, аккумуляторных батарей, разработаны электрические схемы питания, зарядки и системы управления (СУЭП). Структурная схема электропривода дрезины представлена на рис. 1.



**Рис.1. Структурная схема электропривода дрезины**

### *Библиографический список*

1. <https://company.rzd.ru/ru/9360?redirected> [Электронный ресурс] : – дата обращения 27.04.2022.
2. <https://vpk-news.ru/articles/4287> [Электронный ресурс] : – дата обращения 27.04.2022.
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Дрезина> [Электронный ресурс] : – дата обращения 27.04.2022.
4. <https://www.trains.com/trn/news-reviews/news-wire/study-sees-rail-move-to-battery-electric-propulsion-as-feasible-cost-effective/> [Электронный ресурс] : – дата обращения 27.04.2022.
5. <https://lokomо.ru/zheleznodorozhnyy-put/putevye-raboty-i-mashiny/Page-46.html> [Электронный ресурс] : – дата обращения 27.04.2022.
6. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Путевые\\_работы](https://ru.wikipedia.org/wiki/Путевые_работы) [Электронный ресурс] : – дата обращения 27.04.2022.

УДК 621.3: 519.8

САВЧУК В.С., ШАРУТИН Д.М., ПЛЕХОВ А.С.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ ПРИ ЭЛЕКТРОСВАРКЕ ТРУБ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время сварочная отрасль является одной из важнейших составляющих в сфере строительства металлоконструкций. Именно на нее завязано производство трубопроводов, металлоконструкций и их соответствующий ремонт [1].

Для того, чтобы соответствовать глобальной конкуренции и выживанию продуктов на рынке, необходим новый подход к изменению и совершенствованию существующих техно-

логий и разработке продуктов с увязкой на цену выходного продукта и общим повышением его качества. Это означает не только инвестиции в новые технологии и решения в сфере оборудования, но и вопрос его эффективного контроля, то есть технологических параметров, участвующих в любом производственном процессе. Эти переменные процесса должны измеряться, контролироваться и оптимизироваться для получения желаемых и ценных результатов.

Типичными технологическими параметрами процесса сварки, влияющими на желаемую производительность процесса сварки, являются скорость сварки, напряжение дуги, сварочный ток, температуры на разных составных элементах и ряд других [2]. Параметры процесса сварки различаются в зависимости от выбранного типа процесса сварки. Оптимизация параметров процесса сварки зависит от способности измерять и контролировать технологические переменные, участвующие в процессе сварки.

В данном докладе планируется показать современные способы и решения в сварочной отрасли и поэтапно их разобрать, а также представить свое мнение и предложения по ним.

Математические и имитационные модели из пакета MATLAB позволят объективно понять всю структуру решения предлагаемых решений и вместе с тем наиболее точно показать величину давящих факторов на работы в данной области.

Принципиальная схема включает полный блок сварочной установки в том числе источника питания в составе которой уже включена силовая схема, схема управления, а также схема автоматизации процесса. Она же была проверена в лабораторных испытаниях.

С учетом результатов моделирования будет показано исследование теплотворной способностью электрической дуги при предлагаемом решении проблемы автоматизации, представлено комплексное уравнение для учета всех факторов при происходящем процессе.

Даны советы и предложения по дальнейшей работе в данной области и способы внедрения полученных данных на действующих промышленных площадках.

### ***Библиографический список***

1. **Завьялов, В. Е.** Технология сварки плавлением: учеб. Пособие / В.Е. Завьялов, И.В. Иванова, Н.Г. Кобецкой. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2018.- 484 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.

УДК 621.337.41

СЕРОВ А.В., ТИТОВ В.Г., АНДРЮХИН М.В.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ КОНТУРОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ИНСТРУМЕНТА RESPONSE OPTIMIZATION**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

АО «Федеральный научно-производственный центр «Нижегородский научно-исследовательский институт радиотехники»

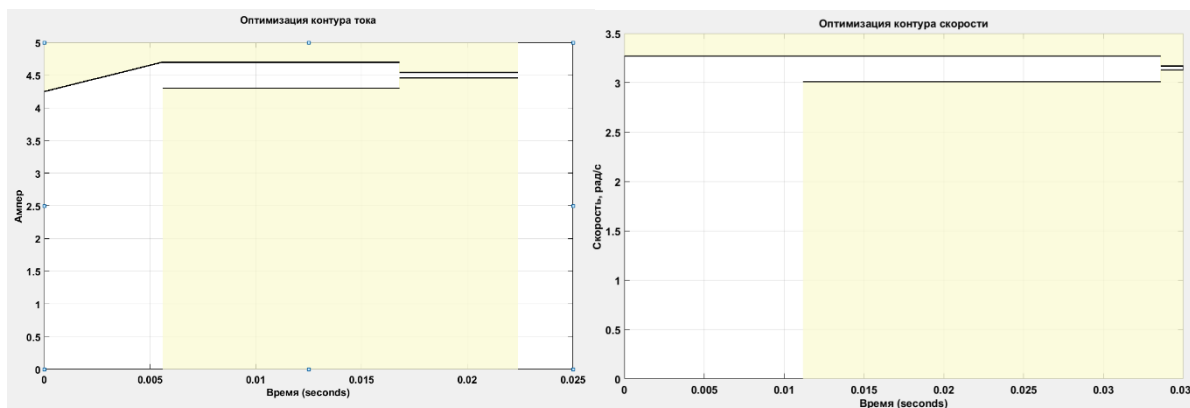
Современные системы управления электроприводов на базе синхронного двигателя с постоянными магнитами строятся на базе векторного управления, которое обеспечивает энергетическую эффективность электроприводов за счет низкого уровня гармоник тока.

В электроприводе с векторным управлением имеется возможность воздействовать на положение пространственного вектора тока статора относительно связанного с ротором вектора потока ротора, что позволяет задавать и регулировать требуемые величины потока и момента машины.

Остается актуальной задача настройки регулятора скорости и тока. Выполним синтез регуляторов с использованием программного продукта Matlab Simulink с автоматической настройкой пропорциональной и интегральной частей. [1]

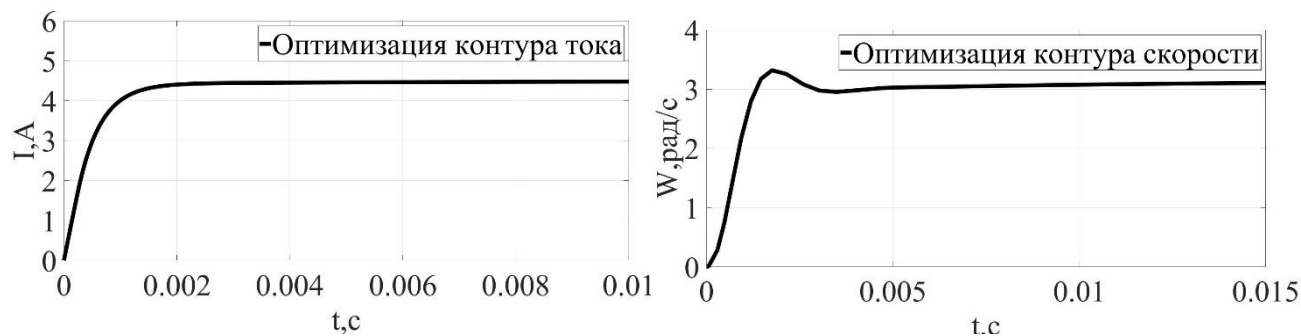
Имитационная модель в Matlab с внешним контуром скорости и внутренним контуром тока строится на основе уравнений, приведенных в [2].

Настраиваются регуляторы на модульный оптимум [3], задавая верхнюю границу с перерегулированием 4.3%, далее коридор с допуском  $\pm 1\%$  от заданного значения. Заданные границы показаны на рисунке 1.



**Рис. 1. Заданные границы для настройки регуляторов тока и скорости в инструменте Response Optimization**

Регулятор настроим по оси  $q$ , а по оси  $d$  продублируем полученные значения, поскольку в экономичном режиме составляющая тока по оси  $d$  должна равняться нулю. Оптимизация контура скорости проводится без учета блока компенсации, а также при моменте нагрузки равным нулю. Настроенные контуры тока и скорости показаны на рис. 2.



**Рис. 2. Сигнал тока и скорости, оптимизированный инструментом Response Optimization**

Из данных осциллограмм видно, что инструмент Response Optimization настроил коэффициенты пропорциональной и интегральной части таким образом, что обеспечивается требуемое время переходного процесса, заданное регулирование и качество переходного процесса [4].

### **Библиографический список**

1. **Дьяконов, В.П.** MATLAB R2007/2008/2009 для радиоинженеров/ Дьяконов В.П. – М.: ДМК Пресс, 2010. –976с: ил.
2. **Соколовский, Г.Г.** Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: Учеб. Для электротехн. спец. Вузов/ Соколовский Г.Г.. – М.: АСАДЕМА, 2006. –259с: ил.
3. **Башарин, А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г.** Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. Отд-ние, 1982.-392



4. ЦИТМ Экспонента [Электронный ресурс]: – дата обращения 03.04.2021.  
[https://habr.com/ru/company/etmc\\_exponenta/blog/513904/](https://habr.com/ru/company/etmc_exponenta/blog/513904/)

УДК 621.3

ХРАМОВ А. Е., ПЛЕХОВ А. С.

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРОЗАЩИТНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЬ -ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ПЕРЕМЕННОЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Любые электромеханические комплексы подвержены вибрациям. Главными источниками вибраций дизельной генераторной установки (ДГУ) являются сам двигатель внутреннего сгорания (ДВС) и приводимый им во вращение генератор электрической энергии. Как правило, вибрации агрегата неразрывно связаны с шумом в помещениях. Эти два фактора оказывают сильное влияние не только на сроке эксплуатации промышленного оборудования, но и на здоровье, самочувствие людей, которые находятся в непосредственной близости к вибрирующим машинам. Следует отметить, что воздействие вибраций на ДГУ приводит к возникновению гармонических составляющих выходного напряжения дизельного генератора.

В докладе анализируются причины возникновения вибровозмущений установки, приводятся государственные стандарты, нормирующие колебания ДГУ. Установлено [1, 2], что основным источником вибраций системы «Дизель - генератор» является ДВС ввиду наличия в нём множества вращающихся частей, таких как вал, кривошипно-шатунный механизм. Кроме этого, работу двигателя сопровождают периодические пульсационные силы сгорания топлива под высоким давлением (не менее  $22 \text{ кг/см}^2$ ), что продуцирует скачкообразное изменение крутящего момента.

С целью снижения вибраций ДГУ разработана адаптивная система виброзащиты на основе гидравлического цилиндра. Разработаны математическая и имитационная модели системы виброзащиты. В результате имитационных исследований получены оценки её способности передавать вибрации от объекта вибраций – дизельной электростанции, к жёсткому основанию, на котором расположена система виброизоляции. Сделан вывод о возможности обеспечения виброизоляции ДГУ с уменьшением виброускорения  $a, \text{ M/c}^2$  до значений  $(0.31 \div 0.63) \text{ M/c}^2$ , что не противоречит действующим государственным стандартам, а именно ГОСТ 31191.1-2004 «Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка её воздействия на человека. Часть 1. Общие требования» [3] и международным ISO 8528-9 «Генераторные установки переменного тока с возвратно-поступательным движением, приводимые в действие двигателем внутреннего сгорания - Часть 9. Измерение и оценка механических вибраций» [4].

### ***Библиографический список***

1. **Brüel, K.** Measuring vibration / K. Brüel. – Denmark, 2014. – 42 с.
2. **Lindholm, A.** Diesel Generator Set Vibrations: Analysis and Mitigation / A. Lindholm. - Energiforsk AB, 2016. – 50 с. - ISBN 978-91-7673-339-4. – Текст : непосредственный.
3. ГОСТ 31191.1-2004 Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка её воздействия на человека. Часть 1. Общие требования. - Москва : Стандартинформ, 2010. – 31 с. - Текст : непосредственный.

4. ISO 8528-9 Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets - Part 9. Measurement and evaluation of mechanical vibrations. – Stockholm, 2017. – 12 с. - Текст : непосредственный.

УДК 621.31

ХРАМОВ А.Е., САВЧУК В.С., ТИТОВ Д.Ю.

## СТЕНД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДЕМПФИРУЮЩИХ СВОЙСТВ УПРАВЛЯЕМЫХ МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКИХ МУФТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Крутильные колебания валов могут быть вызваны изменением крутящего момента. Источниками переменного момента, с одной стороны, могут быть приводные агрегаты. Так, валы всех двигателей внутреннего сгорания, используемые в автономных генераторных установках, подвержены крутильным колебаниям. Поскольку сгорание топлива происходит в определенные моменты времени, то в эти моменты возникают пульсации момента на валу. С другой стороны, нагрузка на валу может иметь прерывистый или резко-переменный характер, например, электрический привод бетономешалки. Такая нагрузка также вызывает колебания момента.

Для снижения крутильных колебаний применяются муфты с вязкоупругими магнитореологическими материалами [1, 2]. Управляемая муфта содержит электромагниты и ее упругие и демпфирующие свойства изменяются под действием внешнего магнитного поля. Поэтому возникает задача оценки демпфирующих свойств управляемой муфты. Для решения этой задачи разработан стенд. Структурная схема стенда для измерения демпфирующих свойств магнитореологических муфт показана на рис. 1. На рис. 1 показано: Д1, Д2 – тензорезистивные датчики; М – управляемая магнитореологическая муфта; В – вал; НУ – нагрузочное устройство.

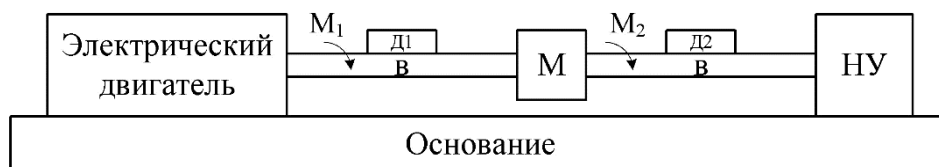


Рис. 1. Структурная схема стенда

Методика оценки основана на измерении крутящих моментов в разных местах вала с помощью двух датчиков. Зависимость вращающего момента от угла поворота вала может быть представлена в виде суммы синусоидальных кривых с разными амплитудами и частотами. Поэтому определяя частотный спектр крутящих моментов  $M_1$  и  $M_2$ , можно экспериментально определить частотные характеристики управляемой магнитореологической муфты.

### *Библиографический список*

1. **Ванягин, А.В.** Снижение интенсивности крутильных колебаний валов с использованием магнитореологических муфт / А.В. Ванягин, Б.А. Гордеев, В.И. Ерофеев, С.Н. Охулков // Вестник научно-технического развития. - 2020. - № 1 (149). - С. 11-22.
2. **Гордеев, Б.А.** Оценка упругих и демпфирующих свойств соединительной магнитореологической муфты вращающихся валов / Б.А. Гордеев, С.Н. Охулков, А.Н. Осмехин, Г.К. Корендясев // Вестник машиностроения. - 2018. - № 5. - С. 9-14.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОДШИПНИКА ДЛЯ МОЩНЫХ  
ВРАЩАЮЩИХСЯ УСТРОЙСТВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время практически невозможно найти отрасли промышленности, где бы не применялись важнейшие узлы вращательного направленного движения, именуемые механическими подшипниками. Данные устройства с недавних времен получили продолжение в иерархии развития электроники и электротехники в лице электромагнитных подшипников [1].

Магнитные подшипники используются в нескольких промышленных приложениях, таких как производство электроэнергии, переработка нефти, обработка станков и обращение с природным газом. Они также используются в центрифугах типа Zippe, при обогащении урана, а также в турбомолекулярных насосах, где подшипники с масляной смазкой могут стать источником загрязнения [2]. Перед проектировщиками данных устройств стоит достаточно много проблем, в их числе сравнительная дороговизна в сравнении с механическими собратьями, необходимость во внешней системе управления положением и скоростью, необходимость пускового механического подшипника для запуска основного. Данная отрасль разрознена, пока что не существует единых стандартов изготовления данных устройств, что даёт степени свободы для реализации собственных идей, патентов и разработок. Анализируя ряд иностранных статей по данной тематике за последнее десятилетие, можно сделать вывод, что данная сфера постепенно приобретает популярность за счёт неоспоримых преимуществ, в числе которых отсутствие износа устройства вследствие отсутствия взаимодействующих поверхностей и как следствие – относительно долгий срок службы, более высокие скорости вращения по сравнению с механическими подшипниками.

Разработка системы управления электромагнитным подшипником занимает ключевое звено в идее разработки такого устройства, поскольку от её надежности, стабильной работы, а также скорости отклика взаимодействия зависит средний срок службы изделия.

Простейшая структурная схема включает в себя основные рабочие звенья: регулятор, объект управления и контур тока, обеспечивающий обратную связь для осуществления корректного регулирования.

С учетом результатов расчетов было предложено решение выполнять системы регулирования двухконтурными: контур регулирования тока электромагнита и контур регулирования положения электромагнитного подшипника.

Даны предложения по дальнейшей работе в данной области и способы внедрения полученных данных на действующих промышленных площадках.

***Библиографический список***

1. **Журавлев, Ю.Н.** Активные магнитные подшипники: Теория, расчет, применение.– СПб.: Изд-во Политехника, 2003.- 206 с: ил.
2. Труды ВНИИЭМ Вопросы электромеханики. = Electromechanical matters. VNIEM Studies : научно-технический журнал / АО "Научно-производственная корпорация "Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы" им. А. Г. Иосифьяна. - Москва : Корпорация "ВНИИЭМ", 2009-. - 29 см.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПИТАНИЯ УЛИЧНОГО СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Светоизлучающий диод (СИД) представляет сегодня наиболее распространенный элемент, предназначенный для индикации и освещения помещений и внешних территорий. Современные тенденции в области разработки узлов питания источников освещения направлены на увеличение коэффициента полезного действия и снижение величины гармонических искажений потребляемого тока [1].

В качестве решения задачи улучшения качества электропитания СИД-светильников авторами предлагается ввод ряда модификаций в конструкцию преобразовательных узлов, обеспечивающих автоматизированное регулирование яркости освещения и повышение отказоустойчивости при коэффициенте полезного действия не менее 65% [2].

Разработанный узел питания включает в себя высокочастотный трансформаторный преобразователь напряжения, дополненный корректором коэффициента мощности, управляемым с помощью микроконтроллера Atmega 328. Алгоритм управления транзисторами, входящими в состав преобразователя питания, обеспечивает потребление квазиактивного синусоидального тока, а также плавное регулирование яркости освещения, пропорциональное ослаблению внешнего освещения, а также температуре полупроводниковых элементов.

Динамическое регулирование светового потока позволяет снизить энергопотребление в сумеречный период, при сохранении среднего уровня освещения, а контроль перегрева превентивно уменьшает яркость, обеспечивая тем самым защиту полупроводников от разрушения, не выключая полностью освещение. В качестве чувствительных элементов выбраны фоторезистивные датчики освещенности и терморезистивные датчики температуры.

Светильник выполнен в виде установленной на алюминиевый радиатор печатной платы, на который размещены СИД, преобразователь питания и узлы управления. Датчики температуры размещены в нескольких точках конструкции, что позволяет более динамично контролировать перегрев, не внося поправки на инерционность нагрева радиатора.

Опционально введение режима дополнительного подогрева преобразователя при снижении температуры в область отрицательных значений. Подогрев обеспечивается включением СИД на минимальной яркости в дневное время. Указанный режим призван предотвратить ухудшение параметров электролитических конденсаторов, входящих в состав узла питания, при переохлаждении.

Массовое внедрение предлагаемого решения в уличное освещение городов позволит значительно (20-30%) снизить суточное энергопотребление, а также минимизировать искажения, вносимые распространенными в настоящее время импульсными блоками питания.

### ***Библиографический список***

1. Энергоэффективное электрическое освещение: учебное пособие / С.М. Гвоздев, Д.И. Панфилов, Т.К. Романова и др.; под ред. Л.П. Варфоломеева. — М.: Издательский дом МЭИ, 2013. 288 с.
2. ГОСТ Р 54350-2011. Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний. Введ. 11-07-2012. М.: Стандартинформ, 2019. — 37 с.

УДК 621.311.1

АККАД А.Ф., СОСНИНА Е.Н.

### ПРИМЕНЕНИЕ *D-STATCOM* В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ С ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Как правило, энергоустановки распределенной генерации (РГ) на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) подключаются к распределительной электрической сети (РЭС) через управляемые твердотельные преобразователи (инверторы). Инверторы являются источниками высших гармонических составляющих тока и напряжения, вызываемых частотой ШИМ и переходными процессами в *IGBT* [1]. Генерация в сеть высших гармоник ведет к добавочным потерям мощности, перегреву трансформаторов и линий электропередачи, перегрузке автоматических выключателей и др. [2].

Вместе с тем, стохастический характер ВИЭ вызывает колебания генерируемой мощности, а следовательно, и колебания напряжения в точке подключения потребителей к РЭС. Так, менее чем за 1 мин. выходная мощность фотоэлектрической системы может упасть со 100 до 20 % номинального значения, а выходная мощность ветротурбины может меняться от 50 до 100 %. Колебания напряжения могут повредить подключенные к сети электронные устройства, а фликер (мерцание ламп), вызванный колебаниями напряжения, отрицательно сказывается на здоровье человека [3].

Одним из решений проблемы высших гармоник и колебаний напряжения, вызываемых источниками РГ, является использование *D-STATCOM* (*Distribution Static Compensator*), подключаемых к РЭС среднего напряжения или вблизи нагрузок. *D-STATCOM* – трехфазный твердотельный преобразователь напряжения на управляемых силовых тиристорах (транзисторах), регулирует значение выходного напряжения и его фазы за счет изменения реактивной мощности. Применение *D-STATCOM* позволяет выполнить фильтрацию высших гармоник и подавить колебания напряжения в сети. Основными компонентами *D-STATCOM* являются: автономный инвертор напряжения, конденсатор звена постоянного тока, трансформатор связи и система управления (СУ). Требования к СУ формируются из решаемых задач и принятых схемотехнических решений.

Производительность *D-STATCOM* зависит от алгоритмов управления [4]. Как правило, традиционные алгоритмы управления обуславливают медленную реакцию [5]. СУ должна обеспечивать раздельное управление активной (для поддержания заданного уровня напряжения стороны постоянного тока преобразователя) и реактивной (для регулирования напряжения сети в точке подсоединения) мощностью *D-STATCOM*.

Предлагается реализовать алгоритм управления активной и реактивной мощностью на основе искусственного интеллекта (нечеткой логики). Разрабатываемый алгоритм позволит увеличить скорость отклика *D-STATCOM* и в большей степени обеспечить качество электроэнергии системы РГ.

#### *Библиографический список*

1. **Matre M.** Harmonics in Photovoltaic Inverters & Mitigation Techniques, 2020.

2. **Mohd Radzi M.Z., Azizan M.M., Ismail B.** Observatory Case Study on Total Harmonic Distortion in Current at Laboratory and Office Building // Journal of Physics: Conference Series, 2019, DOI:10.1088/1742-6596/1432/1/012008.
3. **Brinkel N., et al.** Impact of Rapid PV Fluctuations on Power Quality in the Low-Voltage Grid and Mitigation Strategies Using Electric Vehicles // Electrical Power and Energy Systems, 2020, DOI:10.1016/j.ijepes.2019.105741.
4. **Alzubaidi A.M.M., Rao P.** Harmonic Compensation and Distributed Generation Integration in BLDC Drive System with Multi-Functional DSTATCOM, 2020, DOI:10.31838/jcr.07.07.03.
5. **Chaturvedi R., Thakur A.** A Review D-STATCOM Voltage Regulation Systems // Int. Journal of Electrical, Electronics and Computer Engineering, 2018. –7(2). – pp. 31–34.

УДК 621.316.1

АККАД А.Ф., ШАЛУХО А.В., ЛИПУЖИН И.А.

## АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ СТАНДАРТОВ ГОСТ И IEEE К НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТИ В СЕТЯХ С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Используемые для подключения источников распределенной генерации (РГ) к сети инверторы являются источниками несинусоидальности. Появление в сети гармоник напряжения и тока может привести к перегреву трансформаторов и проводников и, как следствие, к выходу из строя оборудования. Для снижения негативного влияния гармоник требуется обеспечение контроля показателей качества электрической энергии. При этом, показатели, которые используются для оценки несинусоидальности в России и за рубежом в нормативных документах отличаются.

ГОСТ 32144–2013, действующий в России, нормирует несинусоидальность напряжения с помощью двух показателей:

- коэффициент гармонических составляющих напряжения до 40-го порядка  $KU(n)$ ;
- суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения  $KU$  или total harmonic distortion (THD):

$$K_u = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{40} U_k^2}}{U_1} \cdot 100\% = THD_u, \quad (1)$$

где  $h$  – номер гармоники ( $h = 1$  соответствует основной частоте 50 Гц),  $U_n$  – среднеквадратичное значение напряжения  $h$ -ой гармонической составляющей, а  $U_1$  – среднеквадратичное значение тока основной составляющей. Для сетей напряжением 0,38 кВ  $KU$  не должен превышать 8 (12) %.

За рубежом используется стандарт IEEE 519-2014, в котором кроме нормируемых ГОСТ гармоник напряжения (THDU), нормируются и гармоники тока. Рассчитывается значение суммарного коэффициента гармонических составляющих тока:

$$THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{50} I_k^2}}{I_1} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $I_h$  – среднеквадратичное значение тока  $h$  гармонической составляющей,  $I_1$  – среднеквадратичное значение тока основной составляющей.

Использование  $THDI$  может привести к неоднозначной оценке несинусоидальности: небольшой ток может иметь высокое значение  $THDI$ , но при этом не представлять серьезной проблемы для сети. Такая ситуация наблюдается при малых токах нагрузки. Поэтому для оценки несинусоидальности тока, IEEE 519-2014 дополнительно вводит коэффициент  $TDD$  (total demand distortion):

$$TDD = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{50} I_k^2}}{I_i} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где  $I_i$  – пиковый ток нагрузки в точке общего присоединения (PCC). Пределы TDD зависят от величины  $ISC/I_L$ , где  $ISC$  – ток короткого замыкания системы.

Стандарт IEEE 1547-2018 [4] регламентирует вопросы подключения РГ к сети и вводит суммарный коэффициент искажения номинального тока TRD (total rated-current distortion):

$$TRD = \frac{\sqrt{I_{rms}^2 - I_1^2}}{I_{rated}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где  $I_1$  – ток основной гармоник,  $I_{rated}$  – номинальный ток источника РГ,  $I_{rms}$  – среднеквадратическое значение измеренного тока источника РГ. TRD не должен превышать 5%.

УДК 621.31

ВОРОНИН М.В., ЭРДИЛИ Н.И.

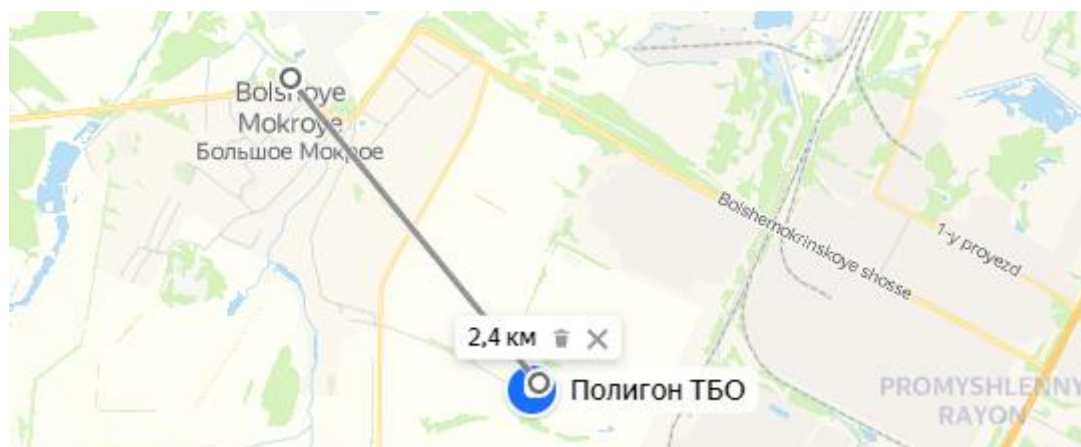
### **ПОЛИГОН ТБО ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОСЕЛКА БОЛЬШОЕ МОКРОЕ (КСТОВСКИЙ РАЙОН НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

На сегодняшний день одной из важнейших проблем как всего мира, так и России, является загрязнение окружающей среды. Цель работы – снижение захоронения отходов на территории Нижегородской области путем их переработки в энергию для электроснабжения поселка Большое Мокрое.

Классические мусоросжигательные заводы создают вредные выбросы, негативно влияющие на окружающую среду. Рассмотрены различные технологии по переработке твердых бытовых отходов в электроэнергию, в том числе термическая переработка, для применения которой необходимо специальное оборудование. Компания Hitachi Zosen Inova, занимая лидирующее положение на мировом рынке в данной отрасли, может являться поставщиком передового оборудования для сжигания отходов на колосниковой решетке.

Рядом с полигоном ТБО Кстовского района находится поселок Большое Мокрое, в котором часто случаются перебои с электроснабжением (авария 29.06.2021 года). Путем термической переработки отходов полигона ТБО Кстовского района в энергию можно обеспечить электроснабжение данного поселка.



**Рис.1. Расположение населенного пункта Большое Мокрое от полигона ТБО Кстовского района Нижегородской области**

На данный момент в эксплуатацию введено 5 заводов по термической переработке отходов в энергию, 4 из которых находятся в Москве и 1 в Казани [1]. Количество переработанных отходов достигает 14 тонн ежегодно. Проектная мощность полигона ТБО Кстовского района 63 тыс. тонн в год. Завод на базе данного полигона способен перерабатывать 1 тонну отходов в 690 кВт энергии, что является 60% от энергии, полученной из 1 тыс. кубических метров газа.

- 
1. Энергичная утилизация: как превратить отходы в энергию URL: <https://rostec.ru/news/energichnaya-utilizatsiya-kak-prevratit-otkhody-v-energiyu/> (дата обращения 29.04.2022).

УДК 623.311

ВОРОШИЛОВ А.А., КУЛИКОВ А.Л.

## **АДАПТИВНАЯ АВТОМАТИКА ОТКЛЮЧЕНИЯ НЕДОГРУЖЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПОДСТАНЦИЙ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е. Алексеева

В России активно развивается национальный проект «Энергоэффективная подстанция» [1]. АО «НТЦ ФСК ЕЭС» реализует НИОКР, целью которой является проектирование, разработка и применение технических решений, позволяющих уменьшить расход электроэнергии на собственные нужды подстанции.

Одно из таких решений предполагает разработку автоматики управления трансформаторами собственных нужд (АУТСН). Принцип работы автоматики основан на отключении недогруженных трансформаторов с целью снижения потерь холостого хода. Анализ загрузки ТСН ПС ПАО «ФСК ЕЭС» показывает, что 89% трансформаторов имеют среднегодовую загрузку ниже 15%, следовательно, основная часть потерь - это потери холостого хода [1]. В октябре 2021 года в опытно-промышленную эксплуатацию был установлен образец шкафа АУТСН на ПС 500 кВ «Нижегородская». Ожидаемый эффект снижения потерь холостого хода может составлять до 3 % нагрузки ТСН [1].

Таким образом, создание и развитие автоматики для отключения недогруженных трансформаторов приведет к заметному снижению потерь холостого хода и повышению энергоэффективности систем электроснабжения.

Для наиболее эффективной работы такой автоматики, а также предотвращения излишних переключений, авторами предлагается использовать тренд графика нагрузки ПС. Для прогнозирования тренда целесообразно применять адаптивные методы прогнозирования, основанные на критериях принятия решения статистической теории обнаружения [2].

Процедура функционирования прогнозирования заключается в следующем: устройство автоматики «наблюдает» с заданной частотой за параметрами режима секции (или отдельного присоединения) ПС – током, напряжением и др. Используя полученные значения наблюдений за параметрами и заданное правило решения, устройство классифицирует наблюдаемый режим; как режим с нисходящим трендом графика нагрузки или как режим с восходящим трендом графика нагрузки. Соответственно распознанному тренду автоматика будет принимать решение либо о блокировании перевода нагрузки с двух (или нескольких) на один силовой трансформатор (меньшее число трансформаторов) ПС, либо о разрешении перевода. Следует отметить, что такой алгоритм распознавания тренда основывается на данных о графике нагрузки за предыдущие сутки.

В докладе приводятся показатели экономического выигрыша и сокращения коммутационных операций на ПС при переводе нагрузки при различных вариантах сочетания недогруженных трансформаторов.



### *Библиографический список*

1. Национальный проект «Энергоэффективная подстанция» от пилотных проектов до типовых решений», Г.К. Гладковский, А.П. Мерзликин, Ю.А. Загурский «Россети ФСК ЕЭС», Е.Ю. Давыдов, М.А. Калинин, к.т.н., И.А. Паринов, И.В. Рябин, «НТЦ Россети ФСК ЕЭС»
2. **Ван Трис, Г.** Теория обнаружения, оценок и модуляции. Т.1. Теория обнаружения, оценок и линейной модуляции. Пер. с англ., под ред. проф. В. И. Тихонова М.: «Советское радио», 1972, 744 с.

УДК 537.31

ВОРОШИЛОВ А.А., ШАЛУХО А.В., ШУВАЛОВА Ю.Н.

### **ПОДХОД К ВЫБОРУ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИСТОЧНИКОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Цифровизация электроэнергетического комплекса вносит определенные коррективы в процессы разработки систем электроснабжения. На текущий момент выбор параметров источников распределенной генерации (РГ) осуществляется по методикам, не учитывающим большую часть особенностей функционирования таких систем. Например, при выборе мощности учитывают номинальную нагрузку от установленных потребителей, однако данный подход целесообразен для применения только в изолированных системах электроснабжения, так как не учитывает влияния от активных потребителей (стоимость электроэнергии от источников различных типов, экологичность, перетоки мощности, влияние разнородных источников на показатели качества электроэнергии и пр.). В связи с этим актуальной задачей является разработка методик выбора оптимальных параметров источников РГ, позволяющая учитывать множество особенностей функционирования микросетей.

Одними из наиболее перспективных методов, позволяющих определить параметры источников РГ, представляются многокритериальные методы математического программирования. Основным недостатком применения данных методов является большое количество исходной информации, влияющей на конечный результат.

Для решения проблем сбора и анализа большого количества различных структурированных, разобщенных данных энергетического комплекса, может быть использована технология Big Data. Технологии Big Data получили распространение во многих отраслях промышленности и бизнеса, где используются для разработки новых программных продуктов, работе с клиентами и т.п. В том числе технологии Big Data находят применение в энергетической отрасли.

При разработке алгоритма автоматизированного сбора данных о месте размещения установок РГ на ВИЭ в качестве исходных данных предполагается использовать информацию о составе и характеристиках потребителей электроэнергии, энергетической сети, а также климатических и экологических особенностях, влияющих на выбор источников РГ.

Параллельно с обработкой информации о месте размещения предполагается формирование базы данных о доступных на электротехническом рынке образцах оборудования для систем электроснабжения с РГ на основе ВИЭ.

Поиск предполагается осуществлять одновременно из нескольких источников. Реализация алгоритма предполагается посредством разработки программы самообучающейся нейронной сети, позволяющей проводить поиск информации по свободным каналам данных се-

ти интернет. Также в качестве дополнительного источника информации предполагается реализация краудсорсингового канала в виде контекстной рекламы.

На следующем этапе полученная с помощью автоматизированного сбора информация будет верифицирована и структурирована для дальнейшего применения.

В качестве дальнейшего развития работы предполагается разработка алгоритма оптимизации выбора типа и параметров источников РГ на основе анализа полученной информации.

УДК 62-529.4

ГОНОВ Н.А., БЕРДЫШЕВ Д.А., ДЕНИСОВА Е.А.

## **ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СКЛАДСКУЮ ЛОГИСТИКУ**

МБОУ «Школа №123»

В настоящее время мы наблюдаем активное развитие такого направления, как робототехника. Повышенный интерес к данной тематике связан с двумя факторами:

- растущий спрос на роботизацию и автоматизацию различных производственных и непроизводственных процессов;

- ослабление технологического барьера, тормозившего развитие в этом направлении. Робототехника начала развиваться ещё в XX веке, но именно сейчас у научного общества появилась возможность раскрыть потенциал этой науки. Современные вычислительные устройства гораздо дешевле, компактнее, функциональнее, энергоэффективнее и доступнее. То же самое можно сказать и про электроприводные устройства.

Цель данного проекта заключается в создании прототипа робота, способного повысить качество работы складской логистики, т.е. снизить стоимость и повысить скорость перемещения объектов на территории склада. Для проведения автоматизации была выбрана область складской логистики: организация «Почта России» [1]. В отделениях почты до сих пор используется ручной труд сотрудников при работе с посылками, поэтому этот процесс может длиться долго, а из-за человеческого фактора в их работе возможны ошибки. Автоматизация развоза посылок позволит избавить людей от тяжёлого физического труда и ускорит этот процесс.

В ходе работы над данным проектом был собран прототип робота, способного передвигаться, захватывать и перевозить предметы при помощи манипулятора, а также передавать сигнал с видеокamеры для дистанционного управления в режиме реального времени [2]. Данный прототип создан для оценки возможностей спроектированной конструкции и дальнейшей её модификации. На данный момент робот способен: подъехать к месту забора посылки; при помощи манипулятора захватить груз стандартного размера (посылка размера «Гофрокороб S 260 × 170 × 80 мм»); переместить груз в точку отгрузки посылки.

Технические характеристики робота: скорость перемещения - 0,5м/с; грузоподъёмность - 1 кг; длительность автономной работы от аккумулятора - 4 часа; дальность управления - 15 метров; длина выдвижения манипулятора - 45 см; количество градусов поворота камеры - 175о.

На данном этапе разработки всем процессом работы руководит оператор при помощи дистанционного пульта управления и подвижной камеры робота, сигнал которой передаётся на очки виртуальной реальности для более удобного координирования.

В дальнейшем, данный прототип будет подвергнут модификациям:

- увеличение области захвата манипулятора для обеспечения возможности захвата груза «Гофрокороб M 300 × 200 × 150мм»;

- внедрение телескопического подъёмника для обеспечения возможности захвата груза на высоте до 500 сантиметров.

- переход от ручного управления к автоматическому.

Благодаря технологиям машинного обучения и датчикам, обеспечивающим предельную точность и простоту отслеживания, на современных складах в 2020 году появится большое количество автономных роботов.

### ***Библиографический список***

1. Почтовая логистика: скоростной режим //Почта России. - № 07 (113), 2013
2. Образовательная платформа «Робототехника VEX» [Электронный ресурс]. URL: <http://vexacademy.ru/vex-edr-info.html>

УДК 621.311

ЕРАГАЛИН Н.Д. ЧЕРНЫШОВ А.В.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ ХИЩЕНИЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ БЫТОВЫМИ ПОТРЕБИТЕЛЯМИ**

Дзержинский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексева

В качестве одной из целей "Стратегии развития электросетевого комплекса российской федерации на период до 2035 года" [1] обозначена необходимость цифровой трансформации и интеллектуализации топливно-энергетического комплекса. Действительно, достижение такой цели в существенной мере будет способствовать повышению надежности электроснабжения потребителей, обеспечению высоких показателей качества поставляемой электрической энергии. Кроме того, в Стратегии отмечается необходимость повышения "...эффективности электросетевого комплекса...". Очевидность данного приоритета определяется в первую очередь экономическими вопросами, среди которых снижение коммерческих потерь электроэнергии.

Текущая модель оплаты электроэнергии бытовыми потребителями предполагает оплату в последующий месяц за полученную энергию. Учитывая огромное количество абонентов факт хищения может быть зафиксирован спустя некоторое, иногда достаточно длительное, время и после детальной сверки показаний счетчиков. В масштабе всего электросетевого комплекса России коммерческие потери бытовых потребителей могут быть колоссальными, что серьезно снижает показатели эффективности работы системы. В связи с этим, предлагается ввести непрерывный мониторинг потребления электроэнергии с целью выявления небаланса и предсказания хищений. Суть предлагаемого решения заключается в применении искусственной нейронной сети типа "LSTM" [2] для анализа данных о потребляемой мощности и прогнозировании потребления. Данная сеть специально разработана для предсказания временных рядов. Обучение сети происходит в процессе накопления информации о потреблении электроэнергии абонентом. Кроме того, учитывается погрешность приборов учета, одновременность снятий показаний по всем точкам учета. Обученная сеть осуществляет прогноз на некоторое количество временных интервалов "вперед". Фактом хищения может быть существенное отклонение реального потребления от прогнозируемого.

Очевидно, что предсказанный сетью график потребления несет вероятностный характер и, таким образом, отклонение от предсказанного графика не может быть однозначно трактоваться именно как "хищение". Однако факт отклонения может являться "флагом" для пристального контроля (также, программного). Без проведения тестовых испытаний на реальных данных сложно дать количественную оценку эффективности внедрения предлагаемого метода контроля. Но можно с полной уверенностью утверждать, что внедрение непрерыв-

ного мониторинга приведет к качественному снижению хищений электроэнергии.

### *Библиографический список*

1. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 9 июня 2020 г. № 1523-р
2. **Кондратьева, Т.Н.** Прогнозирование с помощью многослойной рекуррентной нейронной сети LSTM / Т. Н. Кондратьева // Обозрение прикладной и промышленной математики. – 2017. – Т. 24. – № 1. – С. 73-74. – EDN ZCZIUH.

УДК 621.311.1

ЕРЕМЕНКО В.В., БЕДРЕТДИНОВ Р.Ш., СОСНИНА Е.Н.

## **ПРИМЕНЕНИЕ *D-FACTS*-ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ СОБСТВЕННЫХ НУЖД АЭС**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из приоритетных задач государственной программы Российской Федерации «Развитие атомного энергопромышленного комплекса» является модернизация электрической части атомных электростанций (АЭС) [1]. В первую очередь это относится к системе собственных нужд (СН) АЭС, на долю которой приходится около 10 % потребления выработанной электроэнергии (ЭЭ). Высокий уровень электропотребления обусловлен значительными потерями ЭЭ и мощности в системе электроснабжения (СЭС) СН АЭС и низким качеством ЭЭ (отклонения, несимметрия, колебания напряжения) [2]. Повысить энергоэффективность СН и качество ЭЭ, потребляемой электроприемниками, возможно за счет применения в СЭС управляемых трансформаторов 10/0,4 кВ с тиристорным регулятором напряжения и мощности (УТТРН), разработанных в НГТУ им. Р.Е. Алексеева [3]. УТТРН обеспечивает регулирование под нагрузкой амплитуды напряжения потребителей 0,4 кВ и его симметрирование, величины и направления потоков мощности на стороне 10 кВ при подключении к шинам 0,4 кВ источников распределенной генерации. В конструкции УТТРН предусмотрена расщепленная первичная обмотка силового трансформатора, ограничивающая коммутационные токовые перегрузки и токи короткого замыкания на стороне 0,4 кВ.

УТТРН относится к *D-FACTS*-устройствам и позволяет снизить потери мощности и ЭЭ в СЭС, компенсировать реактивную мощность в сети 0,4 кВ, увеличить пропускную способность линий, снизить отклонения напряжения, несимметрию напряжения за счет пофазного регулирования, колебания напряжения за счет высокого быстродействия (порядка 20 мс) тиристорных ключей.

Обоснование применения УТТРН в качестве трансформаторов СН АЭС требует решения ряда задач. Необходимо:

- провести анализ особенностей работы СЭС СН АЭС и определить потребители 0,4 кВ, для которых установка УТТРН будет эффективна и целесообразна;
- исследовать влияние УТТРН на установившиеся и аварийные режимы работы СЭС СН АЭС;
- исследовать влияние УТТРН на показатели качества ЭЭ в СЭС СН АЭС;
- провести технико-экономическую оценку эффективности применения УТТРН в составе СЭС СН АЭС.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки научных исследований молодых российских ученых – кандидатов наук (соглашение № 075-15-2021-384 от 16 апреля 2021 г., МК-2026.2021.4).

### ***Библиографический список***

1. Постановление Правительства РФ от 2 июня 2014 г. № 506-12 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие атомного энергопромышленного комплекса»» (с изм от 29.12.2021 г. № 2525-90).
2. Руцков А.Л., Сидоренко Е.В., Акиндинова Е.В. Повышение эффективности управления потреблением собственных нужд АЭС с применением нейронных сетей // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2019. – № 5. – С. 39-42.
3. 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 Нижегород. гос. техн. ун – т им. Р. Е. Алексеева. – № 2013146200/07; заявл. 17.10.2013; опубл. 10.06.2015.

УДК 621.3

КОКОРЕВ А.А., ЧЕРНЫШОВ А.В.

### **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВНУТРЕННИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ИЗОЛЯЦИИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ**

Дзержинский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева

Надежность функционирования систем электроснабжения обеспечивается несколькими факторами, среди которых стоит выделить: правильный подбор коммутационного оборудования, соблюдение заявленных режимов работы электрических машин (в частности, загрузки силовых трансформаторов), обеспечение защиты от коммутационных и атмосферных перенапряжений, соблюдение режима работы нейтрали, качественную изоляцию, обоснованный выбор уставок защиты и соблюдение селективности работы коммутационных устройств. Соответственно, неучет какого-либо фактора приводит к снижению показателей надежности, таких как: гарантированного срока эксплуатации, коммутационный ресурс, скорость старения изоляции.

Для безопасного функционирования электрооборудования необходимо, чтобы его изоляция относительно земли и проводящих элементов установки соответствовала требованиям нормативных документов [1]. Изоляция обеспечивается наличием диэлектрика между проводниками, по которым протекает электрический ток и корпусом электрооборудования. В качестве диэлектрика выступает газ, жидкость или твердый материал. Очевидно, что диэлектрические свойства твердого диэлектрика со временем ухудшаются. Такая ситуация может привести, например, к возникновению межвитковых замыканий в силовых трансформаторах. В этом случае происходит дополнительный нагрев обмотки. В масляных силовых трансформаторах мощностью до 630 кВ·А, которые предназначены для работы в распределительных сетях 6-10 кВ, установка газового реле, обеспечивающего быстрое действие защиты от внутренних повреждений, не предусматривается. Таким образом, своевременное отключение поврежденного трансформатора не может быть осуществлено, что при длительной эксплуатации может привести к выходу из строя электроустановки из-за чрезмерного нагрева устройства. Выходом может быть установка микропроцессорных устройств защиты, которые смогут определять подобные повреждения. Однако в распределительных сетях эксплуатируется огромное количество трансформаторов, и установка на них температурных датчиков экономически очень затратная. Поэтому необходимо использовать другие способы оценки рабочей температуры устройства.

Известно, что магнитная проницаемость ферромагнетика (материала из которого набран магнитопривод) зависит от температуры. Соответственно, индуктивность катушки с

сердечником также зависит от температуры. Изменение индуктивности приводит к изменению полного сопротивления электрической цепи с катушкой. Таким образом, в качестве первичной информации о температуре устройства мы можем использовать сигнал с датчика тока. В этом случае, необходимо знать как изменяется ток в зависимости от температуры устройства в исправном состоянии. Любое отклонение от эталонной (заводской) характеристики является поводом для проведения внепланового технического обслуживания и выявления причин возникших изменений.

1. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (с изменениями и дополнениями), утвержденные приказом Министерства энергетики РФ от 13 января 2003 г. № 6.

УДК 621.3

КОКОРЕВ А.А., ЧЕРНЫШОВ А.В.

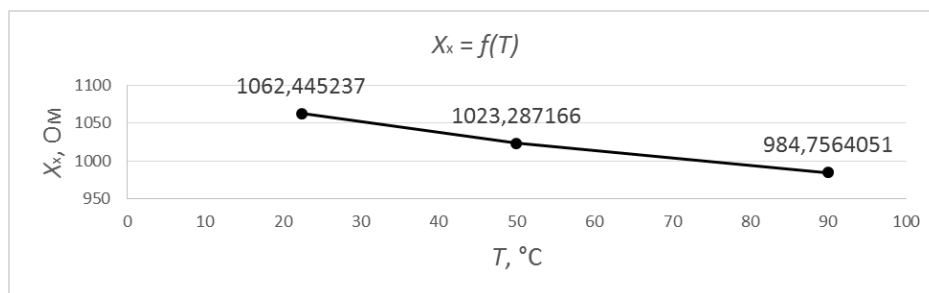
## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ИНДУКТИВНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ**

Дзержинский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева

Система электроснабжения состоит из большого числа элементов: воздушных и кабельных линий, трансформаторов, выключателей, разъединителей, трансформаторов тока и напряжения и т.д. От надежности функционирования каждого из них зависит надежность всей системы или ее части. Поэтому большое внимание уделяется вопросам обеспечения надежности электроснабжения. Одним из показателей которой является поток отказов [1]. Данный показатель надежности в системах электроснабжения связан с множеством факторов, одним из которых является степень старения оборудования, который, в свою очередь, зависит от величины и времени продолжительности нагрева электрооборудования. Для ограничения продолжительность времени работы оборудования с температурами, превышающими нормально допустимые значения, производится правильный выбор уставок тока и времени срабатывания релейной защиты.

Для выбора уставок защиты необходимо знать параметры схемы замещения электрической цепи, в том числе сопротивления отдельных её элементов. Известно, что активное сопротивление токопроводящих устройств зависит от температуры, которая меняется прямо пропорционально загрузке трансформатора и может достигать при нормальном режиме эксплуатации 95 °С [2], а в режиме систематических нагрузок – 140 °С, в режиме продолжительных аварийных перегрузок – 150 °С [3]. Эта зависимость достаточно хорошо изучена и определяется температурным коэффициентом сопротивления. Однако, как показали эксперименты, индуктивное сопротивление ветви холостого хода схемы замещения ( $X_x$ ) также меняется при изменении температуры. Таким образом, с целью более корректного расчета уставок защиты трансформатора необходимо ввести их корректировать с учетом изменения не только активного, но и индуктивного сопротивления.

Проведенные эксперименты для однофазного трансформатора мощностью 0,25 кВт с первичным напряжением 220 В показали, что зависимость индуктивного сопротивления холостого хода  $X_x$  от температуры в диапазоне от 20 до 90 °С линейная (рис. 1).



**Рис.1. Зависимость сопротивления ветви холостого хода ( $X_x$ ) трансформатора от температуры ( $T$ )**

Для практического использования и разработки методики температурной корректировки уставок необходимо провести испытания различных типов трансформаторов с многократным повторением опытов, что позволит установить эмпирическую зависимость индуктивного сопротивления трансформаторов от температуры.

### *Библиографический список*

1. ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике. Термины и определения. Введен 01.03.2017. М.: Стандартинформ, 2017.
2. ГОСТ 11677-85 Трансформаторы силовые. Общие технические условия. Введен 01.07.1986. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
3. ГОСТ 14209-85 Трансформаторы силовые масляные общего назначения. Допустимые нагрузки. Введен 01.07.1985. М.: Стандартинформ, 2009.

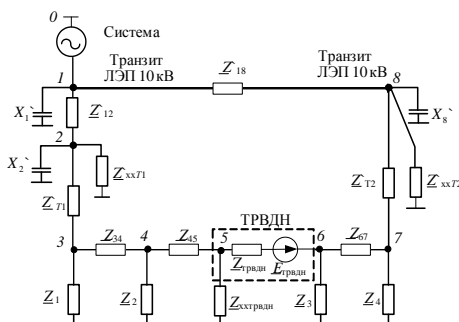
УДК 621.3

КРАЛИН А.А.

## **РАСЧЕТ НАПРЯЖЕНИЯ В УЗЛАХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТРИЧНЫХ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время регулирование параметров электроэнергии в электрических сетях может осуществляться с использованием тиристорных регуляторов напряжения. Одной из задач исследования является определение напряжения в узлах электрической сети. Возможным способом расчета режимов работы электрической сети является использование теории графов с применением матрично-топологического метода [1,2]. Для схемы замещения участка электрической сети (рис. 1) составляется ориентированный граф. Далее по графу схемы замещения составляется узловая матрица.



**Рис. 1. Схема замещения участка электрической сети**

Матричное уравнение для определения узловых потенциалов будет иметь вид:

$$A \cdot Y_d \cdot A^T \cdot \varphi = -A \cdot Y_d \cdot U \quad (1)$$

Здесь  $A$  – узловая матрица цепи,  $Y_d$  – диагональная матрица проводимостей ветвей,  $\varphi$  – вектор искомых потенциалов узлов,  $U$  – вектор напряжений ветвей, соответствующий параметрам питающих фидеров.

В матричной форме записи решение системы узловых напряжений записывается в виде:

$$\varphi = -(A \cdot Y_d \cdot A^T)^{-1} \cdot A \cdot Y_d \cdot U, \quad (2)$$

где  $E$  – матрица столбец ЭДС ветвей, соединенных с соответствующим узлом.

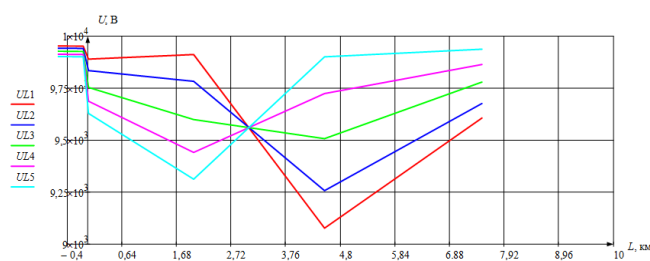
Матрица узловых проводимостей определяется через матрицу соединений  $A$ . Токи ветвей вычисляются по формуле:

$$I = Y_d \cdot (E + A^T \cdot \varphi). \quad (3)$$

Напряжения на зажимах ветвей:

$$U = A^T \cdot \varphi. \quad (4)$$

По результатам расчетов построены графики распределения потенциалов вдоль линий при различных типах регулирования напряжения. В качестве примера на рис. 2 показан график распределения потенциалов вдоль линии при продольном регулировании напряжения.



**Рис. 2. График распределения потенциалов вдоль линии при продольном регулировании напряжения**

### **Библиографический список**

1. **Лыкин, А.В.** Электрические системы и сети / А.В. Лыкин // Учеб. пособие. – М.: Университетская книга; Логос, 2008. – 254 с.
2. **Бессонов, Л. А.** Теоретические основы электротехники. В 2 т. Том 1. Электрические цепи : учебник для академического бакалавриата / Л. А. Бессонов. — 12-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 831 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс).

УДК 621.31

ПОТАШОВ Е.О., МАЛЫЦЕВА Е.А., КРИНКИН А.А.

### **ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СЕТЕВЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современный этап функционирования территориальных сетевых организаций (ТСО) характеризуется тенденцией к их укрупнению. Для этого ежегодно правительством РФ вводятся новые требования, при этом все более и более жесткие, для получения статуса ТСО.

Такая политика направлена на сокращение общего числа ТСО и искоренение малых частных ТСО, потому что: 1) возросла доля неплатежей или несвоевременной оплаты за электроэнергию (ЭЭ) со стороны потребителей; 2) изменения в порядке расчета и утверждения



нормативов потерь ЭЭ, введенные в 2014 году, привели к тому, что часть организаций получают объем денежных средств на компенсацию потерь при транспорте ЭЭ меньший, чем фактические, а иногда даже и технологические потери ЭЭ.

Для организации системы мониторинга эффективности передачи ЭЭ целесообразно произвести разработку энергосберегающих мероприятий, включающих в себя: организационные и технические. Среди технических наиболее перспективными будут мероприятия, направленные на определение наиболее перегруженных ЛЭП и замену проводов на большие по сечению, определение мест установки устройств компенсации реактивной мощности. Для организационных максимальный эффект имеют: определение оптимальных мест размыкания линий 6-35 кВ, отключение трансформаторов на подстанциях с двумя и более трансформаторами в режиме малых нагрузок. Дополнительно необходимо выявлять объекты электросетевого хозяйства, на которых имеет место неэффективное использование ЭЭ. Отдельное внимание необходимо уделять мероприятиям по выявлению безучетного и бездоговорного потребления ЭЭ.

Для проведения мониторинга подразделений ТСО целесообразно использовать показатель эффективности потребления ЭЭ, который определяет сколько полезной ЭЭ приходится на 1 кВт/ч расхода на производственные и хозяйственные нужды. Если перевести его в рубли, то получим норму прибыли на 1 кВт/ч переданной ЭЭ для подразделения.

На основе анализа производственно-хозяйственной деятельности ряда ТСО нижегородской области, авторами предлагается двойной подход при организации системы мониторинга:

1. Для организаций, имеющих общие эксплуатационно-ремонтные службы для всех подразделений, производится ранжирование этих подразделений по показателю энергоэффективности, и для наименее эффективных подразделений производится комплексная разработка мероприятий по снижению потерь (МСП).

2. Для ТСО, где в каждом подразделении свой персонал, надо учитывать не только технический эффект от внедрения МСП, но и трудозатраты на их внедрение, в том числе и для организационных мероприятий, а также затраты на ремонт и замену оборудования.

В целом, использование двухступенчатого подхода позволяет более эффективно построить структуру управления и внедрения энергосберегающих мероприятий для крупных компаний, поскольку учитывает ключевые затраты на содержание сети помимо показателей эффективности электропередачи.

УДК 621.311.183

СИМАГИНА А.В., КУЛИКОВ А.Л.

## **КОМПЕНСАЦИЯ ЕМКОСТНЫХ ТОКОВ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из наиболее частых видов повреждений на линиях электропередачи является однофазное замыкание на землю (ОЗЗ) - это вид повреждения, при котором одна из фаз трехфазной системы замыкается на землю или на элемент электрически связанный, с землей. ОЗЗ является наиболее распространенным видом повреждения, на него приходится порядка 70-90 % всех повреждений в электроэнергетических системах (причины: старение изоляции, развитие скрытых заводских дефектов или дефектов, образовавшихся при строительстве и монтаже, механические разрушения кабелей при земляных работах). Протекание физических процессов, вызванных этим повреждением, в значительной мере зависит от режима работы нейтрали данной сети. В месте замыкания протекает емкостный ток сети. Значительные емкостные токи, протекая в месте замыкания, создают на заземленных частях оборудования опасные для людей и животных потенциалы и поддерживают горение электрической дуги.

Однофазная дуга при больших токах может гореть длительно, а при малых токах, когда она носит перемежающийся характер, — вызывать опасные для изоляции перенапряжения, которые могут приводить к пробоям или перекрытию других фаз и, следовательно, к междуфазным замыканиям и аварийному отключению линии. При весьма больших токах дуга опасна своим тепловым разрушающим воздействием на изоляцию, которое в конце концов также приводит к междуфазным коротким замыканиям и авариям. Учитывая массовость распределительных электрических сетей, а так же опасность возникновения ОЗЗ и емкостного тока, протекающего в сети при них, можно сказать, что проблема компенсации последнего довольно велика и требует решений.

В данном исследовании методом имитационного моделирования в пакете MATLAB Simulink проводился анализ влияния на несимметричный режим фазоповоротного устройства (далее ФПУ). В качестве несимметричного режима принято замыкание одной из фаз сети на землю. В модели сети и разработанного ФПУ в качестве параметров принимались данные, найденные в паспорте реального оборудования.

Фазоповоротные устройства (ФПУ) являются одним из эффективных инструментов воздействия на режимы работы энергосистемы и способны повысить ее эффективность за счет управляемого воздействия на режимы работы энергосистемы. Принцип действия всех ФПУ можно свести к реализации включения в линию дополнительной вольтодобавки, регулируемой в общем случае как по модулю, так и по фазе. Следствием регулирования введенной вольтодобавки является изменение параметров режима работы энергосистемы (токов и напряжения линии, передаваемых уровней мощностей, потерь мощностей).

Интеграция ФПУ в состав сети подразумевает автоматическое и своевременное регулирование параметров вольтодобавочного напряжения ФПУ в целях установления либо поддержания требуемого режима работы. Реализации подобных функций подразумевает формирование соответствующих управляющих воздействий на ФПУ посредством интеллектуальных систем управления (СУ) при изменении параметров режима линии электропередачи.

Как правило, ФПУ имеют в своем составе два трансформатора: шунтовой (ШТ) и серийный (СТ). Первичная обмотка ШТ образует входную цепь многополюсника, а вторичная обмотка СТ образует выходную цепь многополюсника. За счет различной конфигурации соединения вторичных обмоток ШТ и первичных обмоток СТ (внутренней топологией построения ФПУ) обеспечивается необходимый угол сдвига фаз между входными и выходными цепями многополюсника. Управление напряжениями на выходах осуществляется за счет изменения коэффициента трансформации одного из трансформаторов.

Включение и отключение обмоток ШТ осуществляется за счет имитации тиристорных ключей. Управляющие импульсы на ключи подаются разработанной автоматической системой управления.

В ходе эксперимента установлено, что внедрение ФПУ позволяет снизить перенапряжения на неповрежденных фазах сети, снижая тем самым ток в месте замыкания поврежденной фазы на землю.

В заключении нужно отметить, что в ходе эксперимента удалось снизить ток в месте замыкания до значения, удовлетворяющего условию самопогасания электрической дуги.

### *Библиографический список*

1. **Рожков, А.Н.** Адаптация управления фазоповоротного устройства к изменениям параметров режима энергосистемы // Тез. Докл. XXIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов, В 3-х т. М.: Издательский дом МЭИ, 2017. – Т. 3. – С. 448
2. **Рожков, А.Н.** Разработка и исследование алгоритмов управления регулятором фазоповоротного устройства с полупроводниковым коммутатором для работы в условиях установившегося режима энергосистемы // Тез. Докл. одиннадцатой Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых ЭНЕРГИЯ-2016, В 7-ми т. ФГБОУВО

«Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», 2016. – Т. 3. – С. 298.

3. Асташев, М.Г., Панфилов, Д.И. Фазоповоротные устройства с тиристорными коммутаторами для активно-адаптивных электрических сетей // Электричество. – 2013. – № 8. – С. 60–64.

УДК 621.3.016.35

СИНИЦЫН Н.А., ЛИПУЖИН И.А.

## **УСТОЙЧИВОСТЬ НАПРЯЖЕНИЯ В СЕТЯХ 0,4-35 кВ С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Происходящие повсеместно процессы децентрализации и специализации бизнеса и промышленного производства требуют гибкости и эффективности от энергетических компаний. Удовлетворить эти требования в сетях 0,4-35 кВ способна распределенная генерация. Растущие тарифы и издержки выравнивают первоначальные затраты на подключение к централизованным сетям с затратами на собственную генерацию. Распределительный электросетевой комплекс обеспечивает долгосрочное, надежное, качественное и доступное энергоснабжение, вырабатывая энергию в объемах, необходимых конкретным потребителям потребителей. Для обеспечения надежного снабжения потребителей необходимо обеспечить устойчивость напряжения.

Устойчивость (стабильность) напряжения – это показатель качества электрической энергии, оцениваемый по измеряемым отклонениям напряжения от номинальных значений за определенный интервал времени [1].

Поддержание требуемых уровней напряжения при различной нагрузке в сетях с распределенной генерацией обеспечивается: изменением возбуждения генераторов, полупроводниковыми преобразователями, с помощью которых источники подключаются в сеть, регулированием коэффициента трансформации трансформаторов, использованием вольтодобавочных трансформаторов, внедрением мультиагентных систем, использующих контроль напряжения в различных районах сети. При выходе напряжения за допустимые пределы может возникнуть аварийная ситуация, например, лавина напряжения – процесс нарушения устойчивости района энергосистемы в связи с прогрессирующим снижением напряжения (обычно из-за дефицита реактивной мощности).

Различают сопутствующую лавину напряжения и лавину напряжения нагрузочного узла. Первая возникает одновременно с лавиной частоты, и при существенном снижении напряжения возможны отказы частотной автоматики и отказы отключения выключателей. Причины ее возникновения: 1) разделение энергосистемы на части; 2) изменение напряжения на выводах генерирующих установок. Причины лавины напряжения нагрузочного узла: 1) аварийное уменьшение пропускной способности сети из-за отключения части питающих ЛЭП. 2) преждевременный съем форсировки возбуждения генераторов. При планировании режимов работы энергосистемы и для обеспечения устойчивости напряжения должен быть предусмотрен контроль уровней напряжения.

Для анализа устойчивости напряжения могут применяться коэффициенты устойчивости напряжения (voltage stability index), которые контролируются при изменении параметров системы [1]. Коэффициенты позволяют оценить, насколько система близка к лавине напряжения, и вовремя принять необходимые мероприятия. Существует два основных вида коэффициентов: вычисляемые на основе матрицы Якоби и на основе системных переменных. Коэффициенты на основе матрицы Якоби позволяют определить предел максимальной нагрузки и запас устойчивости, но их расчет слишком трудоемок. Коэффициенты на основе сис-

темных переменных используют напряжение шины или поток мощности по линиям, требуют меньше вычислений и, следовательно, подходят для контроля устойчивости напряжения в режиме реального времени.

### *Библиографический список*

1. ГОСТ Р 54130-2010. Качество электрической энергии. Термины и определения. Введ. 01-07-2012. М.: Стандартинформ, 2019. – 36 с.
2. **H. Musa, S.S. Adamu.** Enhanced PSO based multi-objective distributed generation placement and sizing for power loss reduction and voltage stability index improvement // 2013 IEEE Energytech, 2013, pp. 1-6, doi: 10.1109/EnergyTech.2013.6645315.

УДК 621.31

ТЕПЛЯКОВА М.А., ЭРДИЛИ Н.И.

## **РАЗРАБОТКА ЗАРЯДОЧНОЙ СТАНЦИИ НА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ В КРАСНОБАКОВСКОМ РАЙОНЕ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

В настоящее время существует множество районов, отдаленных от центрального электроснабжения. В таких районах нередко происходят аварии, приводящие к перебоям электроснабжения [1].

*Таблица 1.*

### **Анализ аварий, которые привели к перебоям энергоснабжения в Нижегородской области**

<b>Дата аварии</b>	<b>Причина аварии</b>	<b>Время устранения аварии</b>
15.05.2021	Причиной масштабного перебоя с энергоснабжением в Нижегородской области стала сильная гроза со шквальной ветром порывами до 20 м/сек. В Нижегородской области без электроэнергии оставались 50 600 человек.	Электроснабжение восстановили 16 мая.
28.10.2019	Отключение электричества произошло в связи с сильным ветром. Тогда сообщалось, что без света остались около 21 тыс. жилых домов.	Ремонтные работы на системах электроснабжения в Нижегородской области завершили в ночь на 29 октября.
07.10.2021	Жители Кстовского района остались без света из-за аварии на трансформаторной подстанции "Федяково".	Жители Кстовского района остались без света из-за аварии на трансформаторной подстанции "Федяково». Через день электроснабжение жителей Кстовского района восстановлено.

01.02.2021	Жители жилого комплекса «Окский берег» остались без тепла и света в ночь на 1 февраля. Низкое напряжение в электросетях привело к остановке котлов в домах.	Электропитание восстановили через 12 часов.
------------	---	---

Из табл. 1 видно, что доступ к электроэнергии люди получают примерно через пять часов, а иногда даже через сутки. В современном мире сложно прожить без электроэнергии, так как главным источником связи является телефон, который должен быть заряжен. Чтобы жители Краснобаковского района смогли в экстренных ситуациях подзарядить телефон, была разработана модель зарядочной станции для сотовых телефонов с источником распределенной генерации на базе Arduino, которая будет применяться в исследованиях для лабораторной работы со школьниками 10-х классов в курсе «Возобновляемая энергетика».

1. **Воропай, Н.И.** Обоснование развития электроэнергетических систем: Методология, модели, методы, их использование / Н.И. Воропай, С.В. Подковальников, В.В. Труфанов и др.; Отв. ред. Н.И. Воропай. – Новосибирск: Наука, 2015. – 448 с.

УДК 621.31

ШАРОВАТОВ Р.Ш., ЛИПУЖИН И.А., ШАЛУХО А.В.

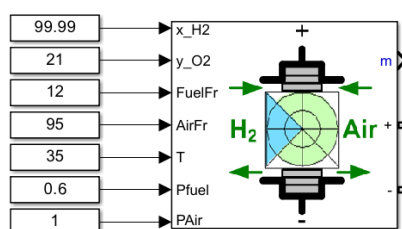
## ИССЛЕДОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ВОДОРОДНОГО ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современных условиях актуальными являются задачи по развитию низкоуглеродной энергетики, одно из ключевых направлений которой связано с использованием водорода в качестве энергоносителя. При этом важным является развитие технологий производства, транспортировки, хранения и использования водорода для эффективной генерации электроэнергии.

В НГТУ им. Р.Е. Алексеева разрабатывается физическая модель гибридного энергетического комплекса (ГЭК) на основе низкотемпературного топливного элемента (ТЭ) и литий-железо-фосфатных аккумуляторных батарей [1]. Ключевым элементом в составе ГЭК является ТЭ с полимерной протонообменной мембраной (ПОМТЭ), который характеризуется простотой эксплуатации и возможностью работы в широком диапазоне температур внешней среды.

Для оценки эффективности преобразования энергии водорода в полезную электрическую энергию используются вольт-амперные характеристики (ВАХ), которые показывают зависимость напряжения ТЭ от его тока. Для исследования зависимости ВАХ ТЭ от параметров подаваемого топлива и окислителя использована имитационная модель ТЭ с возможностью изменения входных параметров (рис. 1).



**Рис. 1. Имитационная модель топливного элемента**

Имитационная модель реализована в программном комплексе Matlab-Simulink и блока Fuel Cell Stack библиотеки Electric Drives/Extra Sources. С помощью имитационной модели исследованы параметры режимов работы ГЭК при изменении электрической нагрузки, параметров подаваемого на ТЭ водорода и кислорода. Полученные результаты предназначены для разработки программного обеспечения технологической системы управления устройством контроля, защиты и управления в составе ГЭК.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, НТУ «Сириус», ОАО «РЖД» и Образовательного Фонда «Талант и успех» в рамках научного проекта № 20-38-51016.

1. Куликов, А.Л., Ваняев В.В., Дарьенков А.Б., Шахов А.В. Источник резервного электропитания с водородным топливным элементом и литий-железо-фосфатной аккумуляторной батареей // Интеллектуальная электротехника. 2021. № 3 (15). С. 107-124.

УДК 621.31

ШУВАЛОВА Ю.Н., ШАЛУХО А.В., БЕДРЕТДИНОВ Р.Ш., ЛИПУЖИН И.А.

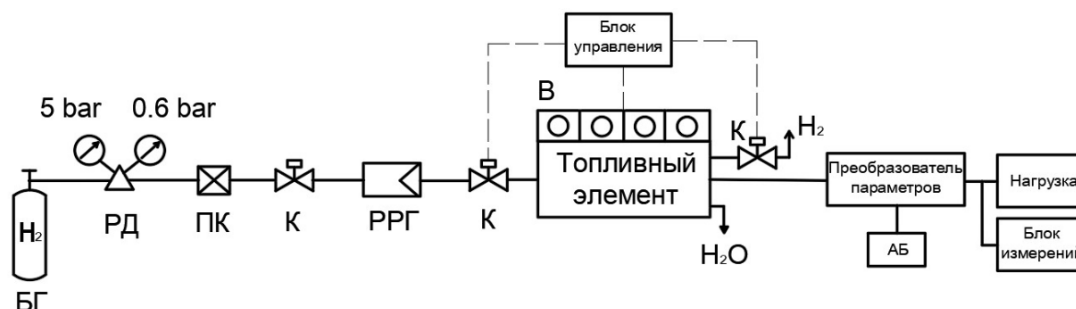
## РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА И ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года в качестве энергоносителя, обеспечивающего переход к низкоуглеродной экономике, выделяется водород. Для производства электроэнергии из водорода используются топливные элементы (ТЭ), которые характеризуются высоким КПД (до 60%), отсутствием загрязняющих выбросов и шума [1].

Важным недостатком ТЭ является низкая маневренность их работы вследствие инертности протекания химических реакций. Решение данной проблемы заключается в комбинированном использовании ТЭ с накопителями и преобразователями электроэнергии в гибридном энергетическом комплексе (ГЭК).

В НГТУ им. Р.Е. Алексеева разрабатывается физическая модель ГЭК на основе низкотемпературного топливного элемента и литий-железо-фосфатных аккумуляторных батарей [2]. Для проведения экспериментальных исследований физической модели ГЭК разработан лабораторный стенд, включающий комплект контрольно-измерительного оборудования и регулируемую нагрузку (рис. 1).



**Рис. 1. Структурная схема лабораторного стенда: БГ – газовый баллон с водородом, РД – регулятор давления, ПК – предохранительный клапан, К – электромагнитные клапаны, В – вентиляторы, РРГ – регулятор расхода газа, АБ – аккумуляторные батареи**

С помощью лабораторного стенда проведены исследования работы водородного топливного элемента в установившихся и динамических режимах. Полученные результаты будут использованы при разработки программного обеспечения технологической системы управления устройством контроля, защиты и управления в составе ГЭК.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, НТУ «Сириус», ОАО «РЖД» и Образовательного Фонда «Талант и успех» в рамках научного проекта № 20-38-51016.

### *Библиографический список*

1. **Бедретдинов, Р.Ш.** Экономическая оценка эффективности применения гибридного энергетического комплекса на основе водорода // Интеллектуальная электротехника. 2021. № 4 (16). – С. 47-58. DOI: 10.46960/2658-6754\_2021\_4\_47
2. **A. Kulikov, A. Loskutov, A. Kurkin** [et al.]. Development and operation modes of hydrogen fuel cell generation system for remote consumers' power supply // Sustainability. 2021. Vol. 13. No. 16. DOI: 10.3390/su13169355

## Подсекция 2.3

### Преобразователи параметров электрической энергии

УДК 621.3

ВОЗНЕСЕНСКИЙ М.В., ГРЕБЕНЩИКОВ В.И., ПАНКОВА Н.Г., СТЕПАНОВ К.С.

#### ОБЩЕЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ СХЕМ ЛЕСТНИЧНОГО И РАЗВЕТВЛЕННОГО ТИПА

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Методикам расчета, определяющим величину входного сопротивления сложной схемы, уделяется большое внимание. Например, при определении токов нагрузки генераторов. Обычно решение таких схем проводится по методу упрощения от сложного к простому, с помощью некоторого количества расчетных итераций. Однако, с усложнением схемы время расчетов увеличивается, и для нахождения ответа может понадобиться применение программ.

Сложностей можно избежать в случаях, когда общее сопротивление цепи можно выразить универсальной формулой. К ним можно отнести схемы лестничного и разветвленного типа.

В ходе работы была определена закономерность, определяющая сопротивление схемы лестничного типа (рис.1) и основанная на последовательности Фибоначчи и числе золотого сечения.

$$R_n = \frac{\varphi^{2n+1} - (-\varphi)^{-(2n+1)}}{\varphi^{2n+2} - (-\varphi)^{-(2n+2)}} R; \quad \varphi = \frac{(1 + \sqrt{5})}{2} = 1,618; \quad n - \text{число контуров}$$

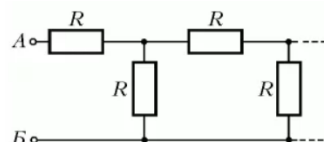
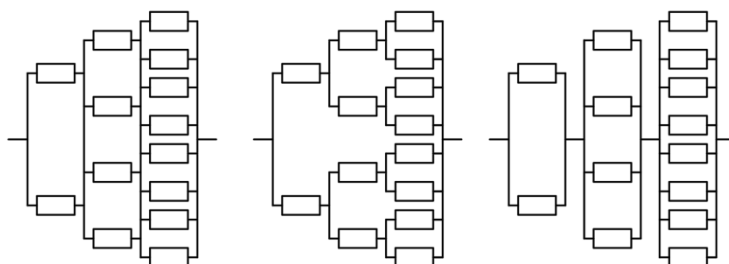


Рис. 1. Схема лестничного типа

Общее сопротивление схемы разветвленного типа (рис. 2) равно сумме ряда:

$$R_n = R \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots + \frac{1}{2^n} \right) = R \sum_{k=1}^n \left( \frac{1}{2} \right)^k; \quad n - \text{число разветвлений}$$





### Рис. 2. Преобразование схемы разветвленного типа

Из теории рядов известно, что такой ряд является абсолютно сходящимся и равным единице. Его решение связано с философским вопросом об Ахиллесе и черепахе древнегреческого философа Зенона известным под названием «парадокс Зенона».

$$R_{\infty} = R \sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{1}{2}\right)^k = R$$

### Библиографический список

1. **Воробьев, Н. Н.** Числа Фибоначчи / Н. Н. Воробьев. - 5-е изд. – М. : Наука, 1984. – 144 с., ил.
2. **Зеленко, Г.А.** "Что Черепаха сказала Ахиллу?" // Знание - Сила. - 1991. - №9

УДК 621.3

ВОЗНЕСЕНСКИЙ М.В., ГРЕБЕНЩИКОВ В.И., СТЕПАНОВ К.С.

### ЗАВИСИМОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ МОЩНОСТИ, РАЗВИВАЕМОЙ ДВУМЯ ИСТОЧНИКАМИ ТОКА, РАСПОЛОЖЕННЫХ В БЕСКОНЕЧНОЙ СЕТКЕ ИЗ РЕЗИСТОРОВ, ОТ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ИСТОЧНИКАМИ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

При рассмотрении цепи, состоящей из идеальных элементов, определение токов и напряжений всегда является однозначной и выполнимой задачей. Много работ [2;3;4] написано о методах и результатах расчетов параметров электрических устройств, основанных на таких цепях. Однако все еще существуют такие случаи, которые заслуживают внимания, не только радиолюбителя, но и профессионального инженера-электронщика. Именно такой случай рассмотрен в работе.

Рассмотрим бесконечную сетку из резисторов (рис. 1). Каждый ее элемент имеет одинаковое сопротивление. Прикрепим к двум соседним узлам источник тока. И поставим вопрос о том, какая мощность будет отбираться от источника, и, следовательно, выделяться во всей цепи. Такая задача решается аналитически. Доказывается, что эквивалентное сопротивление между любыми двумя соседними узлами равно  $R/2$ . И выделяемая мощность тогда определяется как  $RI^2/2$ .

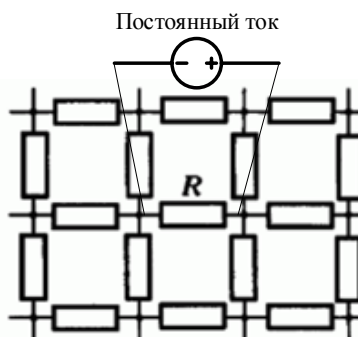
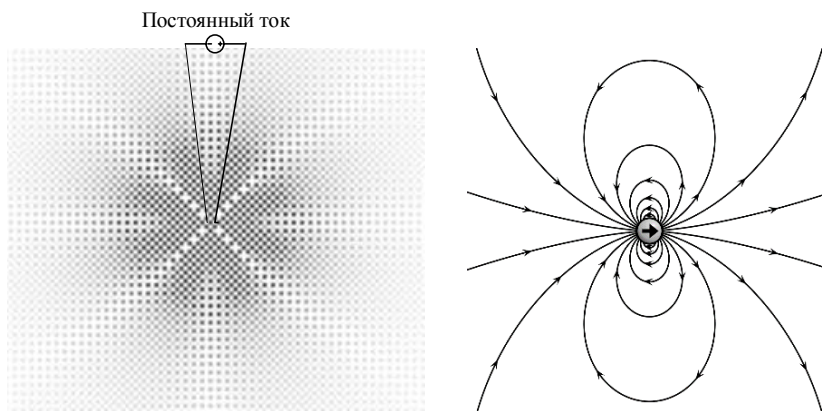


Рис. 1. Бесконечная сетка из резисторов

Чтобы проверить такое заключение, была написана программа в простом пиксельно-ориентированном языке программирования Pixilang. Расчет токов в цепи производился методом контурных токов с использованием улучшенного метода Зейделя. Суммарно вся схема

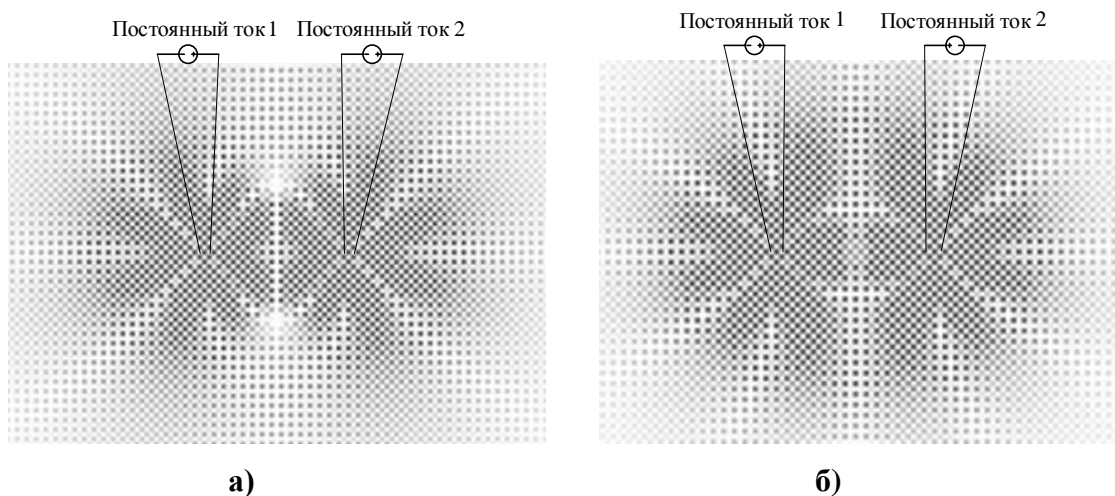
состояла из  $100 \cdot 150 = 15.000$  резисторов для достижения наиболее точных результатов. Полученное значение мощности совпало с аналитическим, что подтвердило работоспособность программы.

На рис. 2 приведена сетчатая сетка из сопротивлений, каждая точка которой является резистором. Чем ярче точка, тем больше величина тока, протекающего через него.



**Рис. 2. Вид распределения величины и среднего направления тока в резисторах цепи**

Задача о нахождении мощности, развиваемой в цепи, перестаёт иметь аналитическое решение, как только вводится второй источник тока, расположенный на одной линии достаточно близко с исходным.



**Рис. 3. Распределение величины тока в системе с двумя одинаковыми источниками тока ( $n = 15$ ): а) сонаправленными б) противонаправленными**

Выделяемая мощность в данном случае будет равняться

$$P = (RI_1^2/2 + RI_2^2/2) + \Delta P(n),$$

где:  $\Delta P(n)$  – приращение мощности, зависящее от расстояния между источниками,  $n$  – количество узлов цепи между источниками тока.

Проведя серию измерений в программе, варьируя  $n$ , величину тока и сопротивление сетки из резисторов, в работе было найдена формула, находящая это приращение, посредством подбора наилучшей аппроксимирующей функции.

$$\Delta P(n) = \pm \frac{1,35}{4R} * \frac{I_1 I_2}{n^2},$$

где  $I_1$  и  $I_2$  – силы тока, развиваемые источниками 1 и 2 соответственно.

Знак зависит от взаимного расположения источников тока. Плюс ставится в схеме с сонаправленными источниками токов, минус с противонаправленными.

Таким образом, полученная зависимость мощность выглядит так:

$$P = \left( \frac{RI_1^2}{2} + \frac{RI_2^2}{2} \right) \pm \frac{1,35}{4R} * \frac{I_1 I_2}{n^2}.$$

В этой работе на рисунках 2 и 3 можно видеть наглядные иллюстрации физического процесса, выражающегося данной формулой. В то же время можно заметить, как похожа эта зависимость на другие физические уравнения. Устройство вселенной имеет общие законы, многие ее закономерности являются общими для разных сфер физики, таких как небесная механика, электростатика и т.д. И теперь можно утверждать, что такая зависимость справедлива и для электротехники.

### ***Библиографический список***

1. **Степанов, К.С., Гуляев В.Н., Белова Л.В., Александрова Е.Н.** С 794 Электротехника и основы электроники конспект лекций по курсу: учеб пособие / К.С. Степанов, В.Н. Гуляев, Л.В. Белова, Е.Н. Александрова; Нижегород. гос. техн. ун-т им Р.Е. Алексеева, 2021. - 116 с.
2. **Фейнман, Р., Лейтон Р., Сендс М.** Электродинамика. — Москва: АСТ, 2020. — Т. 4. — 352 с. — (Фейнмановские лекции по физике).
3. **Попов, В.П.** Основы теории цепей 4-е изд., испр. — М.: Высш. шк., 2003. — 575 с.
4. **Антышев, Е.** Решения задач Ф1968 – Ф1972 // Квант. - 2005. - №6. - С. 20-21.

УДК 621.941-229

КАЗАКОВ В.С., ПЛАТОНОВ А.В., РЯБИКИНА Т.В., ШМЕЛЕВ П.О.

### **МОДЕРНИЗАЦИЯ КУЛАЧКОВ ТОКАРНОГО САМОЦЕНТРИРУЮЩЕГОСЯ ПАТРОНА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ ОБРАБОТКИ**

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

Как известно, при токарной обработке для закрепления заготовок металлических деталей наиболее широкое применение имеют трехкулачковые самоцентрирующиеся токарные патроны. Универсальность таких патронов высока, однако, они постоянно модернизируются под особые условия обработки. Например, для обеспечения требований параллельности торцевых поверхностей заготовок выполняются проточки внутренних поверхностей кулачков патрона, в том числе, непосредственно на заводах-изготовителях токарных патронов (рис. 1 б) [1]. Для отрезания на токарном станке цилиндрических заготовок одинаковой длины, на внутренней поверхности одного из трех кулачков токарного патрона устанавливается специальный подпружиненный упор, показанный в патенте на полезную модель [2]. В описании патента на изобретение [3] показана модернизация кулачков токарного патрона, произведенная с целью выполнения обжима труб разного диаметра, при этом, обжим труб осуществляется посредством вращения обжимных роликов, смонтированных в кулачках токарного патрона. Другой патент на изобретение [4] также относится к металлообработке, в частности, к выверке детали по торцу для последующей обработки заготовок деталей класса дисков, фланцев, крышек, колец, шестерен и др. Изобретение относится к металлообработке резанием, конкретно к выверке по торцу и последующей обработке деталей типа дисков, фланцев, крышек, шкивов, колец, шестерен и т. д. Деталь устанавливается в кулачках токарного патрона, не касаясь упорной плоскости кулачков на 3 - 5 мм, ее закрепляют, подводят упор к детали на максимальное расстояние от центра детали. Станку дают вращение 500 - 800 об/мин, а затем на вращающую деталь подают упор, выступающая часть детали, ударяясь об упор, сдвигается внутрь патрона. После выверки деталь в патроне окончательно закрепляют.

Анализ представленных источников показал, что некоторые из примеров модернизации зажимных патронов, именно, в части упрощения точного базирования и закрепления заготовок, может быть полезен разработчикам и производителям токарных патронов. Для нашего случая, когда периодически возникает необходимость в изготовлении деталей типа фланцев и крышек, имеющих внутреннее отверстие, в качестве прототипа, возможно использовать разработку, показанную в работе [2].

Наша разработка подготовлена в виде материалов заявки на получение патента, на основании этого, мы не показываем схему нашей предлагаемой модернизации кулачков патрона. Практическая и педагогическая значимость проводимой работы по проектированию нового устройства, в разработке описания заявки и формулы можно представить в том, что учащиеся познают на практических примерах тонкости патентного дела. Кроме этого, у них имеется возможность участвовать в реализации задуманного технического решения, пусть простого, на имеющемся производственном участке.

Проведенные испытания с использованием деталей, имитирующих способ точной фиксации заготовки детали «фланец» в модернизированных кулачках токарного патрона, по-

казали положительные результаты. Изготовление опытных образцов модернизированных кулачков предполагается в ближайшее время.

### *Библиографический список*

1. Кошелев, А. В., Платонов А. В., Куманеев М. А., Щеглетов К. А., Баранов А. В., Гараев, М. П. Исследование влияния рабочего профиля кулачка на прочность системы «патрон-деталь» токарного станка // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением: научно-технический и производственный журнал. №2-2020, С. 28-35.
2. Железнов, Г.С., Железнова С.Г., Сингеева С.А. Кулачок токарного патрона. Патент на полезную модель РФ № 114628, МПК В 23 В 31/12 (2006/01). Заявка № 2011140678/02 от 06.10.2011. Патентообладатель Железнов Г.С., опубл. 10.04.2012, бюл. № 10. .
3. Устройство для обжима конца трубы. Патент на полезную модель № 131318, МПК В21 D41/04 (2006.01). Заявка № 2013112896/02, 22.03.2013. Патентообладатель ФГБОУ ВПО КнААГТУ. Опубл. 20.08.2013, бюл. № 23.
4. Способ выверки детали в патроне токарного станка. Казачков М.В. Патент на изобретение РФ № 2083333. МПК 23 В 31/ 00 (1995-01-01). Заявка № 9595100216 от 10..01.1995. Патентообладатель Казачков М.В. Опубл. 07.10.1997, бюл.№ 15.

УДК 621.941-229.3/004.94

КАЗАКОВ В.С., ПЛАТОНОВ А.В., РЯБИКИНА Т.В., ЛЕЩЕВА О.В., КОШЕЛЕВ А.В.,  
СТАРОСТИНА О.Н.

### **ОБЗОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМОЙ ОСНАСТКИ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМОЙ ОСНАСТКИ**

Арзамасский политехнический институт, филиал Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева  
ПАО «Арзамасское научно-производственное предприятие «Темп-Авиа»

Современное машиностроительное производство и обрабатывающие производства в других отраслях техники характеризуются высоким уровнем автоматизации и гибкости, за счет использования станков с ЧПУ и систем автоматизированного проектирования на различных этапах производства изделий. Численные методы проектирования специальной технологической оснастки, используемой при токарной обработке, представлены в работах [1, 2]. Для сокращения затрат на подготовку производства новых деталей для опытных образцов изделий используют переналаживаемые станочные приспособления многократного применения [3 4, 5]. К этой группе приспособлений относятся УСП. На детали и сборочные единицы УСП разработаны и утверждены государственные стандарты [6, 7].

Сборно-разборные приспособления (СРП) являются их современной разновидностью, появившейся одновременно со станками с ЧПУ и обрабатывающими центрами. В СРП элементом фиксации является цилиндрический палец и точное отверстие (в УСП фиксация деталей осуществляется системой «шпонка – точный паз»). Кроме того, они могут быть использованы в качестве «нулевой точки» при установке приспособления на станке с ЧПУ. Также для крепления сменных наладок и др. на верхней поверхности плиты предусмотрены Т-образные пазы, по принципу УСП. Из деталей и сборочных единиц СРП разработаны два специализированных комплекта – первый комплект предназначен для оснащения сверлильных и фрезерных станков с программным управлением, второй – для многооперационных и расточных станков с ЧПУ [8, 9].

Элементы СРП изготавливаются серийно централизованно на специальных предприятиях, это обеспечивает их высокую точность при минимальной себестоимости. Особенность тех-

нологической подготовки производства с применением СРП и УСП заключается в том, что на предприятии, где используются такие приспособления, из универсального набора деталей и сборочных единиц собираются приспособления для выполнения конкретных операций.

Элементы таких приспособлений характеризуются высокой оборачиваемостью, т.е. каждый элемент СРП (УСП) применяется в различных компоновках до 100 раз в течение года [10]. Срок службы их элементов достигает 15 лет и более, что выражается в их высокой степени прочности. Таким образом, наиболее целесообразно следует применять приспособления, собранные из подобных комплектов, в тех случаях, когда в минимальные сроки необходимо изготовить детали для опытных образцов новых изделий машиностроения и в других отраслях техники.

Экономические аспекты практического использования такой оснастки отражены в работе [11], где отмечается, что выпуск эквивалентных по мощности (способности оснастить основное производство различными приспособлениями) объемов СРП требует значительно меньших затрат. Выпуск и использование оснастки многократного применения, взамен специальной необратимой, обеспечивает: существенное снижение трудоемкости работ по технологическому оснащению и высвобождение конструкторов и рабочих, станочного оборудования и производственных площадей, так как станочные работы при изготовлении технологической оснастки составляют не менее 70 % их общей трудоемкости.

### *Библиографический список*

1. **Кошелев, А. В., Платонов А. В., Куманеев М. А., Щеглетов К. А., Баранов А. В., Гараев М. П.** Исследование влияния рабочего профиля кулачка на прочность системы «патрон-деталь» токарного станка // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением: научно-технический и производственный журнал. №2-2020, С. 28-35.
2. **Платонов, А. В., Ямпурин Н.П., Куманеев М. А., Янкавцева Н.А., Щеглетов К. А., Коршунов, Е.С.** Методика имитационного моделирования при исследовании конструкции приспособления «разжимная оправка» токарного станка» с целью оптимизации ее конструктивных параметров и повышения технологических возможностей. Часть 1 – методика имитационного моделирования при оптимизации конструктивных параметров «разжимной оправки» токарного станка // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением: научно-технический и производственный журнал. №1-2021, С. 8-13.
3. **Коротков, В.С.** Универсально-сборные приспособления: методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Технологическая оснастка» для студентов IV курса, обучающихся по направлению 150700 «Машиностроение» / В.С. Коротков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 17 с.
4. **Ансеров, М.А.** Приспособления для металлорежущих станков. –Л.: Машиностроение, 1975. –656 с.
5. **Гжиров, Р.И., Серебrenицкий П.П.** Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1990. – 588 с.
6. ГОСТ 31.111.41-93 Межгосударственный стандарт - Детали и сборочные единицы универсально-сборочных приспособлений к металлорежущим станкам, основные параметры. Издание официальное. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск, 1993. <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/9c0/4294848194.pdf>.
7. ГОСТ 31.111.42-83 Межгосударственный стандарт - Детали и сборочные единицы универсально-сборочных приспособлений к металлорежущим станкам. Технические требования. Методы контроля. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранения. Минск, 1983. <http://uspto.ru/files/GOST-31.111.42-83.pdf>
8. **Бирюков, В.Д., В.М. Дьяконов, А.И. Егоров** и др Технологическая оснастка многократного применения/.: Под ред. Д.И. Полякова. – М.: Машиностроение, 1981. – 404 с.

9. **Захарьев, Э.Е.** Особенности применения схем компоновок при проектировании и сборке универсально-сборных приспособлений – Челябинск: ЮУрГУ, 2016 – 88 с. [https://dspace.susu.ru/xmlui/bitstream/handle/0001.74/12017/2016\\_209\\_zaharevee.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.susu.ru/xmlui/bitstream/handle/0001.74/12017/2016_209_zaharevee.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (дата обращения 25.10.2021 г.).
10. **Дубик, Е.А., Павлова И.А., Демаков И.В.** Оценка эффективности использования универсально-сборных приспособлений при внедрении инновационного процесса на производственном предприятии// *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 12-5. – С. 1081-1089; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41221> (дата обращения: 25.10.2021).
11. Экономическое обоснование применения универсальных приспособлений (УНП, СРП, УСП) на предприятиях машиностроительной отрасли <http://uspto.ru/article-01.html>.

УДК 621.941-229.3/004.94

КАЗАКОВ В.С., ПЛАТОНОВ А.В., РЯБИКИНА Т.В., ЛЕЩЕВА О.В., КОШЕЛЕВ А.В.,  
СТАРОСТИНА О.Н.

### **ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СБОРНО-РАЗБОРНОЙ СТАНОЧНОЙ ОСНАСТКИ**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева  
ПАО «Арзамасское научно-производственное предприятие «Темп-Авиа»

Предприятия машиностроения и других отраслей промышленности, широко использующие металлообработку для формообразования поверхностей деталей, в большей части, для закрепления деталей на станках используют специальные приспособления. Современное металлообрабатывающее производство достигло уровня цифровых методов проектирования технологических процессов, подготовки производства, в том числе, проектирования средств технологического оснащения. В данной статье выполнен анализ методов проектирования технологической оснастки, в том числе с использованием универсально-сборных комплектов (УСП) и сборно-разборных приспособлений (СРП) Отмечено, что наиболее приемлемым для использования в современном машиностроительном производстве, являются каталоги, с автоматизированным сопровождением выполнения работ по конструированию УСП и СРП. Экономическое обоснование целесообразности широкого использования универсальной технологической оснастки приведено во многих научных работах. В статье [1], например, представлены следующие преимущества УСП (СРП) по сравнению с традиционными средствами оснащения. Изготовление УСП (СРП) требует значительно меньших производственных затрат, чем выпуск специальной оснастки. Выявлено существенное снижение трудоемкости работ по оснащению производства, высвобождение конструкторов и рабочих, занятых на изготовлении специальной оснастки. Наибольший эффект проявляется на предприятиях, где запускаются в производство новые изделия машиностроения.

Рассмотрено три варианта исполнений станочных приспособлений: специального, СРП с дополнительным упором заготовки, СРП без дополнительного упора. Каждое из приспособлений исследовалось на их прочность и устойчивость в них заготовок. Исследование производилось с использованием систем автоматизированного проектирования T-FlexCAD и ANSYS®Mechanical. Ранее методики подобных исследований опубликованы в работах [2, 3, 4]. Оптимальным вариантом приспособления явилось СРП без упора, как по минимальному количеству используемых элементов из комплекта (без потери прочности и устойчивости заготовки), так и по экономическим преимуществам, характеризующимся низкой себестоимостью сборки.

### *Библиографический список*

1. **Дубик, Е.А., Павлова И.А., Демаков И.В.** Оценка эффективности использования универсально-сборных приспособлений при внедрении инновационного процесса на производственном предприятии // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 12-5. – С. 1081-1089;  
URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41221> (дата обращения: 04.05.2022).
2. **Платонов, А. В., Куманеев М. А., Ямпурин Н.П., Старостина О.Н., Звонарев Г.В., Щеглетов К. А., Коршунов Е.С.** Имитационное моделирование воздействия обработки на станке с ЧПУ на заготовку и приспособление // *Исследование влияния рабочего профиля кулачка на прочность системы «патрон-деталь» токарного станка // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением*. 2021. № 3. С. 34-40.
3. **Платонов, А. В., Ямпурин Н.П., Куманеев М. А., Янкавцева Н.А., Щеглетов К. А., Коршунов Е.С.** Методика имитационного моделирования при исследовании конструкции приспособления «разжимная оправка» токарного станка» с целью оптимизации ее конструктивных параметров и повышения технологических возможностей. Часть 1 – Методика имитационного моделирования при оптимизации конструктивных параметров «разжимной оправки» токарного станка // *Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением*. 2021. № 1. С. 8-13.
4. **Платонов, А. В., Ямпурин Н.П., Куманеев М. А., Янкавцева Н.А., Щеглетов К. А., Коршунов Е.С.** Методика имитационного моделирования при исследовании конструкции приспособления «разжимная оправка» токарного станка» с целью оптимизации ее конструктивных параметров и повышения технологических возможностей. Часть 1 – Назначение диапазона результирующих сил резания, при котором сохраняется прочность приспособления и устойчивость в нем заготовки // *Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением*. 2021. № 2. С. 14-18.

УДК 006.1

КУЗНЕЦОВА Е.С., КУЗНЕЦОВ С.В., ПАНОВ А.Ю.

### **ИСТОРИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ: ОТ ЗАРОЖДЕНИЯ ДО НАШИХ ДНЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В данной работе была предпринята попытка произвести обзор основных этапов, предпосылок и причин возникновения и развития стандартизации в машиностроении.

Человечество с момента его возникновения имело потребность в обмене и передаче информации. Устно передавались технологии изготовления чего-либо. С таким способом передачи информации связаны ошибки из-за утери части информации или различий в её трактовке. Особая потребность изображать результаты различных технических задумок и изобретений появилась еще в средние века, которая связана с развитием техники, что позволило не утрачивать, а накапливать и передавать будущим поколениям знания.

Первые шаги в сторону стандартизации и решения вопроса о возможности и необходимости создания единых требований, стандартов к чертежам, были произведены во времена правления Ивана Грозного. Им были изданы Указы о калибровке пушечных ядер с применением первых стандартных калибров - кружал. Можно сказать, что возникновению российской государственной системы стандартизации послужило развитие вооружений. При изготовлении военной техники, артиллерии в особенности, оружия точность и взаимозаменяемость становились крайне важны.



Во второй половине XVI века одним из значимых представителей промышленности и оружейного дела был Андрей Чохов, особой заслугой которого было изготовление царь-пушки. Позднее, в первой половине XVII в., ученики А.Чохова начали использовать чертежи при изготовлении орудий. Значительного расцвета достигла русская графика во времена Петра I. До нас дошли многие кораблестроительные чертежи того времени, требования к которым содержались в указах о вооружениях и судостроении.

В этот же исторический период Петром I были утверждены бракеражные комиссии, проверяющие качество экспортируемой Россией продукции.

Известны чертежи первой в мире универсальной паровой машины русского изобретателя XVIII в. И. И. Ползунова. Более того, сохранены и сами чертежи и рабочая модель паровой машины, представленные в качестве ценных экспонатов Краеведческого музея в Барнауле. Талантливый русский механик, конструктор и изобретатель XVII в. И. П. Кулибин только для выполнения одного из своих шедевров - часов в форме куриного яйца - изготовил несколько десятков чертежей. [1]

Но при имеющемся уровне и структуре промышленности в XVII- XVIII вв, говорить о каких-либо общегосударственных стандартах, причем обязательных для применения на всей территории Российской Империи, было рано.

Следующей значимой вехой на пути развития отечественной стандартизации можно считать событие от 17 июня 1812 г, когда Государственный Совет России принял Манифест «О привилегиях на разные изобретения и открытия в художествах и ремеслах»; первый патентный закон Российской Империи [2]. Манифестом вводилась система выдачи привилегий на изобретения для «поощрения отечественной промышленности и торговли». Привилегии выдавались министерствами, однако, каждая из них требовала обязательного утверждения Государственным советом и императором.

В 1833 г. было издано «Положение о привилегиях». Этим актом был сделан ряд изменений и уточнений к Манифесту, которые были направлены на более четкую регламентацию процесса патентования. Положение 1833 г. действовало (с изменениями, не затрагивавшими общих принципов патентования) вплоть до 1896 г. В 1870 г. появилось Высочайше утвержденное мнение Государственного совета «Об изменении порядка делопроизводства по выдаче привилегий на новые открытия и изобретения», по которому все дела по выдаче привилегий были переданы в ведение министерств, а следовательно, изменился формальный статус привилегии — из закона она превратилась в подзаконный акт.

Следующим значимым событием являлось создание в 1842 году Главной палаты мер и весов, которая стала первым метрологическим и поверочным государственным учреждением в Российской империи. В 1892 году учёным-хранителем был назначен химик Дмитрий Иванович Менделеев, который поставил перед собой три задачи: возобновление русских прототипов длины и массы; создание центрального метрологического учреждения с хорошо оборудованными для научных работ лабораториями; организация поверочного дела. Основная деятельность палаты была связана с: хранением основных образцов (прототипов) единиц веса и мер, принятых в России, а так же копий и образцов иностранных единиц веса и мер; изготовление точных копий с основных образцов для проверки торговых мер и весов и периодическая проверка этих копий; проверка мер и измерительных приборов; рассмотрение всех вопросов, касающихся мер и весов как по предложению правительственных органов, так и возникающих при работах, производящихся в Главной палате. В 1922 г. было принято новое Положение о Главной палате, в соответствии с которым она была разделена на два института: метрологический и поверочный. Подразделениями института в послевоенный период заведовали исследователи-практики, оставившие заметный след в истории отечественной метрологии, среди которых доктор технических наук, профессор В. Г. Махровский — один из создателей единственной в мире специальной измерительной машины ВНИИМ, с разработкой которой стало возможным решение проблемы точных измерений деталей в судостроении и машиностроении.

После отмены крепостного права в 1861 году начинает прослеживаться рост выдачи привилегий. Вдвое сократилась выдача привилегий за годы Первой русской революции (1905-1906).

Годом «рождения» советской стандартизации можно считать 1918 год и создание первого правового акта. В системе советской стандартизации одним из первых разработанных документов был декрет Совета народных комиссаров (СНК) РСФСР «О введении Международной Метрической системы мер и весов» от 1918 года [3]. Основная причина, по которой самый первый из стандартов разрабатывался именно такого содержания, заключалась в том, что до революции на всей территории России одновременно могли действовать три, никак друг с другом не согласованные системы мер: старая русская, английская дюймовая и метровая, что не могло не привести к многочисленным ошибкам в изделиях и несогласованностям в масштабе всей страны.

В 1925 году формируется и утверждается целая группа стандартов: Общесоюзные стандарты (ОСТ). ОСТы носили не рекомендательный или предписывающий характер, а были обязательны к исполнению, и их неисполнение наказывалось по законам государственного уровня.

Первым утвержденным общесоюзным стандартом был принятый 7 мая 1926 г. ОСТ 1 «Пшеница. Селекционные сорта зерна. Номенклатура». Параллельно с этим ВКС проводил разработку и утверждение технико-технологической документации, регламентирующей то или иное производство на основе требований ОСТов. Так были разработаны группы стандартов: Всесоюзных Технических Условий (ВТУ), Межреспубликанских Технических Условий (МРТУ) и Республиканских Технических Условий (РТУ) и Технических Условий Совнархозов (СТУ). Впервые в нашей стране стандарты на чертежи были введены в 1928 г. под названием «Чертежи для всех видов машиностроения». [4]

Аббревиатуры ГОСТ (государственный общесоюзный стандарт) появилась в июле 1940 года. В этом году был создан Всесоюзный комитет по стандартизации. Первым стал ГОСТ 1–40 "РАЗМЕРЫ И ОФОРМЛЕНИЕ СТАНДАРТОВ". 3 октября 1940 года были утверждены правила нумерации ГОСТов: их стали обозначать порядковым номером, начиная с первого, с добавлением к номеру через тире сокращенного обозначения года утверждения или пересмотра стандарта.

Далее система советских стандартов разрасталась: уточнялась, детализировалась, обростала исключениями по некоторым отраслям. Уже к началу 60-х годов существовало множество типов нормативно-технических документов, накопившихся за несколько десятилетий: ГОСТы, ОСТы и большое количество ТУ. На начало 60-х годов еще не были отменены и так называемые «военные ГОСТы», стандарты, введенные вовремя Отечественной войны.

При таком многообразии документов, иногда входивших в противоречие между собой, производство продукции затруднялось. Увеличение видов и численности стандартов привело к тому, что увеличилась и структура органов и служб стандартизации: общесоюзные органы стандартизации и их службы; службы стандартизации в отраслях народного хозяйства СССР; службы стандартизации в союзных республиках. Стандарты подразделялись на категории: государственные стандарты Союза ССР - ГОСТ; отраслевые стандарты - ОСТ; республиканские стандарты союзных республик - РСТ; стандарты предприятий (объединений) - СТП. [4]

В 1990 году Постановление Совмина СССР «О совершенствовании организации работы по стандартизации в СССР» в условиях перевода экономики страны на рыночные отношения внесло существенные поправки в работу системы государственной стандартизации [5]. Сложности, связанные с многоплановостью задач проработки, потребовали принятия нового закона, и в 2002 году был принят ФЗ РФ №184 «О техническом регулировании», заменивший положения закона о стандартизации 1993 года. Новый закон регламентировал весь перечень взаимодействий, возникающих при осуществлении стандартизации, устанавливал цели и принципы стандартизации, упорядочивал документы в области стандартизации, предъявлял требования к порядку их разработки и применения, а также определял функции органов по стандартизации.

Согласно закону, требования к продукции разделяются на обязательные, которые устанавливаются техническими регламентами, и добровольные, которые содержатся в стандартах.

В качестве выводов и дальнейшего руководства по развитию отечественной стандартизации можно привести тезисы Международной организации по стандартизации: повышение степени соответствия продукции, процессов и услуг их функциональному назначению, устранение барьеров в торговле, содействие научно-техническому сотрудничеству.

### ***Библиографический список***

1. Русский изобретатель - Иван Петрович Кулибин [Электронный ресурс] — Режим доступа: [https://libryansk.ru/russkij-izobretatel---ivan-petrovich-kulibin-k-285-letiyu-so-dnya-rozhdeniya-russkogo-izobretatelya-ip-kulibina---](https://libryansk.ru/russkij-izobretatel---ivan-petrovich-kulibin-k-285-letiyu-so-dnya-rozhdeniya-russkogo-izobretatelya-ip-kulibina---/)—(Дата обращения 20.04.2022)
2. Полное собрание законов Российской империи (далее — ПСЗ). Собр. 2-е. Т. 8. Отд. 1. № 6588  
Собрание узаконений и распоряжений правительства за 1917—1918 гг. Управление делами Совнаркома СССР М. 1942, стр. 902-903
3. Российский институт стандартизации [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.gostinfo.ru/InformationOfStandardization/Details/1003/>—(Дата обращения 20.04.2022)
4. Государственная система стандартизации Российской Федерации [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/5200306/>—(Дата обращения 10.04.2022)

УДК 621.7

КУКУШКИН А.С., ПИЧУГИН Н.С., КАНГИН М.В., РЫЖОВ Д.А.

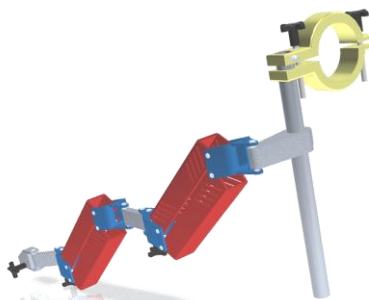
### **РАЗРАБОТКА МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ ЭКЗОСКЕЛЕТА**

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

В настоящее время экзоскелеты приобретают все большую популярность в различных областях деятельности человека. Экзоскелеты представляя собой системы рычагов, дают возможность работникам предприятий безопасно выполнять операции по перемещению тяжелых грузов и инструментов.

Основной задачей экзоскелета является поддержка человеческого тела при воздействии на него нагрузок. Для присоединения инструмента используемого рабочим к конструкции экзоскелета требуется разработка манипулятора.

Конструкция манипулятора, приведенная на рис. 1, разработана для безопасного использования оператором тяжелых инструментов в промышленности. С её помощью вес тяжелых грузов переносится с тела оператора непосредственно на экзоскелет.



**Рис. 1. 3D модель конструкции манипулятора**

Конструкция манипулятора представляет набор пружинно-винтовых соединений для регулировки положения инструмента по высоте, шарикоподшипников для регулировки положения инструмента по горизонтали. Прижимная система позволяет закреплять инструмент в данной конструкции. Каждая прижимная система индивидуальна, что дает возможным присоединение к экзоскелету различных инструментов.

УДК 621.753

МАССУНДА ЖУНИОР Ф.Э., ПОРФИРЬЕВА А.Н., ЗИМИНА Е.В.

## **МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОФИЛЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В настоящее время в Российском стандарте установлены 14 параметров шероховатости, которые заданы стандартом EN ISO 4287, но в то же время ГОСТ 2789–73, которым руководствовались на протяжении нескольких десятков лет, определяющий лишь 6 показателей, не был отменён [1]. Мы намерены анализировать и сравнивать только амплитудные параметры.

По стандарту ГОСТ Р ИСО 4287-2014 имеем следующие амплитудные параметры:

- 1) Максимальная высота пика профиля  $R_p$  (maximum profile peak height  $R_p$ ) - максимальная высота пика профиля  $Z_p$  в пределах базовой длины;
- 2) Наибольшая глубина впадины профиля  $R_v$  (maximum profile valley depth  $R_v$ ): Наибольшая глубина впадины профиля  $Z_v$  в пределах базовой длины;
- 3) Максимальная высота профиля  $R_z$  (maximum height of profile  $R_z$ ) - сумма наибольшей высоты пика профиля  $Z_p$  и наибольшей глубины впадины профиля  $Z_v$  в пределах базовой длины;

Примечание — В ИСО 4287-1 символ  $R_z$  использовали, чтобы показать «высоту неровностей по десяти точкам». В некоторых странах используются инструменты для оценки шероховатости поверхности, которые измеряют предыдущий параметр  $R_z$ . Таким образом, при использовании существующих технических документов и схем следует соблюдать осторожность, поскольку различия результатов, полученных при помощи различных типов инструментов, не всегда ничтожно малы;

- 4) Общая высота профиля  $R_t$  (total height of profile  $R_t$ ): Сумма наибольшей высоты пика профиля  $Z_p$  и наибольшей глубины впадины профиля  $Z_v$  в пределах длины оценки.

Примечания:

А. Поскольку значения  $P_t$ ,  $R_t$  и  $W_t$  чаще определяются в рамках длины оценки, а не базовой длины, для любого профиля всегда будет верно следующее:  $R_t > R_z$ ;

В. По умолчанию значение  $P_z$  равно значению  $P_t$ . В данном случае рекомендуется использовать  $P_t$ ;

- 5) Арифметическое среднее отклонение оцениваемого профиля  $R_a$  (arithmetical mean deviation of the assessed profile  $R_a$ ): арифметическое среднее абсолютных значений ординаты  $Z(x)$  в пределах базовой длины.  $R_a$  имеет значение для случайной шероховатости поверхности (стохастической), обработанной инструментами, не оставляющими следов на поверхности, такими как пескоструйная обработка, фрезерование,

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |Z(x)| dx,$$

причем  $l = l_p, l_r$  или  $l_w$  в зависимости от ситуации;

- 6) Среднеквадратичное отклонение оцениваемого профиля  $R_q$  (root mean square deviation of the assessed profile  $R_q$ ): Среднеквадратичное значение ординаты  $Z(x)$  в пределах базовой длины.

Таблица 1

## Сравнение параметров шероховатости по разным нормам

ISO 4287-2014		Стандарти- зованные значения параметров (ISO 1302 - 1992)	ГОСТ 25142–82		Стандарти- зованные значения параметров (ГОСТ 2789-73)
Rp	Максимальная вы- сота пика профиля	---	Rp	Высота наибольшего вы- ступа профиля	----
Rv	Наибольшая глуби- на впадины профи- ля	---	Rv	Наибольшая глубина впадины профиля	----
Rz	Максимальная вы- сота профиля	есть	Rz	Наибольшая высота профиля	есть
Rt	Общая высота про- филя	есть	Rmax	Полная высота профиля	есть
Ra	Арифметическое среднее отклонение оцениваемого про- филя	есть	Ra	Среднее арифметическое отклонение профиля	есть
Rq	Среднеквадратич- ное отклонение оцениваемого про- филя	---	Rq	Среднее квадратическое отклонение профиля	----

В ГОСТе 2789 нет рекомендаций, какой показатель будет важнее для той или иной поверхности, указано только, что предпочтительным является показатель Ra, но это применимо не ко всем поверхностям. Так, Rz1max применяется в том случае, когда предельные отклонения оказывают существенное влияние на функционирование поверхности [4]. В случаях, когда поверхность очень гладкая и чистая выбросы будут влиять на качество изделия и их необходимо выявить, в этом случае средняя высота профиля шероховатости не будет так важна. В ISO 4287 есть также указания не только для Rz1max, но и для Rmr(c) и Rz.

Рассмотрим по каким стандартам измеряют современные щуповые и оптические приборы для измерения параметров профилей шероховатости поверхности, чтобы дать рекомендации предприятиям по выбору средств измерения. В профилометрах производителей Mitutoyo, Япония, Hommel Tester, Германия, Surtronic, Нидерланды используется стандарт шероховатости EN ISO 4287.

Таблица 2

## Средства измерения и параметры их контроля [4, 5, 6]

Средство измерения	Параметры контроля
Mitutoyo Surftest SJ-210 (артикул 178-560-03D)	Ra, Ry, Rz, Rt, Rp, Rq, Rv, Sm, S, Pc, mr(c), dc, Rpk, Rvk, Rk, Mr1, Mr2, Lo, R, AR, Rx, A1, A2, Vo
Hommel Tester-ETAMIC T1000 BASIC	Ra, Rz (Rz4, Rz3, Rz2, Rz1), Rmax, Rt, Rq, R <sub>Pc</sub> , R <sub>Sm</sub> , R <sub>mr</sub> , R <sub>p</sub> , R <sub>pm</sub> , R <sub>3z</sub> , Rz-ISO
Surtronic S-100 SERIES	ISO базовый: Ra, Rv, Rp, Rz, Rt, Rq, Rsk, Rmr R <sub>dq</sub> , R <sub>pc</sub> , R <sub>sm</sub> , Rz1max

ООО «Восток-7»: прибора для измерений шероховатости поверхности ИШП	Ra, Rz, Ry, Rq, Rt, Rmax, Rp, Rv, R3z, R3y, Rz (JIS), Rs, Rsk, Rku, RSm, Rmr, Rps, Rk, Rpk, Rvk, Mr1, Mr2
---	---

В заключении можно сделать вывод, что из табл. 1 понятно: полная высота имеет разные обозначения в ИСО (Rt) и в ГОСТ (Rmax), но имеет один смысл. Таким образом, для российских предприятий использование иностранных приборов несёт за собой неверный контроль, так как описания определений параметров будут разные, а любая нестыковка приводит к сложности производства, ведь большое значение имеет, то чем у прибора является Rt, а чем Rmax.

### *Библиографический список*

1. **Курочкина, А.В.** Особенности перехода предприятий на контроль параметров шероховатости поверхности по ГОСТ Р ИСО 4287-2014./ Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева Российская Федерация.
2. ГОСТ Р ИСО 4287-2014 - ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗДЕЛИИ (GPS): Структура поверхности; профильный метод; термины, определения и параметры структуры поверхности;
3. ГОСТ 25142-82 - ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ: Термины и определения.
4. ООО НТЦ Эксперт [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.ntcexpert.ru/documents/izmerenie-sherohovatosti/>, свободный. – Загл с экрана (Дата обращения 28.04.2022).
5. ГЕО-НДТ: ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ, КОНТРОЛЯ И ИСПЫТАНИЙ [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.geo-ndt.ru/catalog-25-izmeriteli-sherohovatosti-profilometri-profilemeri/>, свободный. – Загл с экрана (Дата обращения 28.04.2022).
6. Твердомеры от Восток-7 [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://vostok-7.ru/catalog/pribory\\_dlya\\_izmereniya\\_sherokhovatosti/](https://vostok-7.ru/catalog/pribory_dlya_izmereniya_sherokhovatosti/), свободный. – Загл с экрана (Дата обращения 28.04.2022).

УДК 621.789

ПЕТРУСЕВИЧ С.Н., ЖИЛИН П.Л., ГЕРАСИМОВ Е.А.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАЗЕРНОГО ТЕРМОУПРОЧНЕНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ТОНКОСТЕННЫМ ИЗДЕЛИЯМ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Увеличение износостойкости готовых изделий - одна из основных актуальных проблем во многих отраслях промышленности. Одним из технологических решений является упрочнение поверхностного слоя изделия за счет изменения его структуры. Достижения современной науки и техники позволяют решать эту задачу как за счёт традиционной термообработки, так и новых эффективных способов упрочнения. В настоящее время широкое применение находит лазерная поверхностная обработка, которая заключается в локальном нагреве участка поверхности под воздействием излучения и последующем охлаждении этого поверхностного участка с высокой скоростью в результате теплоотвода тепла во внутренние слои металла. Эти условия обеспечивают высокие скорости нагрева и охлаждения обрабатываемых поверхностных участков. В результате специфических тепловых процессов на поверхности обрабатываемых деталей возникает мелкодисперсная приповерхностная структура. Диапазон

возможностей лазерного упрочнения очень широк как по материалам деталей, так и по их типоразмерам и назначению. Однако, для изделий, где совокупность малой площади поперечного сечения обрабатываемой поверхности, и сложной формы этой поверхности применение вышеизложенного способа термоупрочнения может нести крайне негативный характер. В связи с этим чрезвычайно важно учитывать термическое влияние на изделие со значительной площадью обрабатываемой поверхности.

В результате научно-исследовательской и опытно конструкторской работы, проводимой с целью обеспечения применения технологии лазерного термоупрочнения рабочей поверхности ножа свеклорезки, изготовленного из высокоуглеродистой стали У8, был достигнут технический результат, заключающийся в превращении исходной микроструктуры в мелкодисперсную, обеспечивающее повышение износостойкости, при сохранении исходной геометрии изделия и качества поверхности.

Способом достижения вышеуказанного результата является использование многолучевого лазера, а также чередование зон упрочнения (1-а дорожка упрочнения через две не упрочненные), что позволяет уменьшить тепловое влияние на поверхность ножа. Единственным недостатком, который может наблюдаться при использовании нескольких небольших лазерных пучков по сравнению с одним большим – возможная неоднородность распределения твердости по обрабатываемой поверхности (при обработке малыми пучками некоторые участки поверхности могут быть пропущены), однако эта проблема решается точным позиционированием каждого пучка и соответствующим контролем обработки. Также в процессе изысканий были получены положительные результаты при использовании импульсного режима работы лазера, однако при сравнительном анализе данных, предпочтение было отдано постоянному режиму работы. Конечными результатами работы стали опытная партия изделий, переданная для натурных испытаний, а также государственная регистрация изобретения.

УДК 621.7

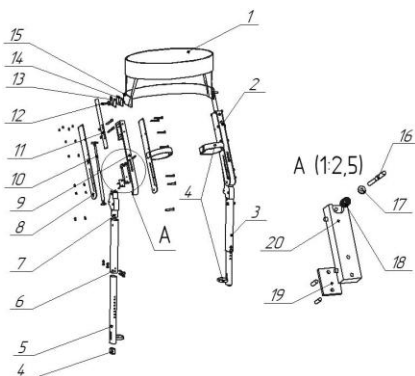
ПИЧУГИН Н.С., КАНГИН Е.М., РЫЖОВ Д.А., ГЛЕБОВ В.В.

## РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЭКСОСКЕЛЕТА

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

Экзоскелет – это носимое на человеке механическое устройство или мехатронный программный комплекс с элементами антропоморфных структур, конструктивно предназначенный для увеличения физических возможностей человека за счет синхронного дублирования и поддержки двигательной активности последнего.

Разработанная конструкция экзоскелета, представленная на рис. 1, выполняет функцию придания нескольких устойчивых положений и не препятствует свободному передвижению пользователя.



## Рис.1. 3D - конструкция экзоскелета

Экзоскелет представляет собой рычаги и их сочленения, повторяющие опорно-двигательный аппарат человека. Поясная система 1 выполняет функцию фиксации и удерживания пользователя в экзоскелете. Система регулировки длины звеньев 2 и 3 позволяет настроить длину вылета звеньев под индивидуальные параметры каждого пользователя при помощи удлиняющих элементов 5 и 11. Придание определенных положений экзоскелета осуществляется с помощью фиксирующей системы, изображенной на виде А, и детали 7.

Разработанная конструкция экзоскелета позволяет увеличить производительность труда у людей, чья работа связана с продолжительным нахождением в положении стоя и применима во многих областях профессиональной деятельности.

УДК 621.7

ПИЧУГИН Н.С., КАНГИН Е.М., РЫЖОВ Д.А., ГЛЕБОВ В.В.

### ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИИ ЭКЗОСКЕЛЕТА

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

Ответственные конструкции проходят ряд тестов, которые необходимы для выявления их слабых мест. Разработанная конструкция экзоскелета должна не только выполнять заданную функцию, но и быть безопасной в использовании. Исследование экзоскелета с использованием численных методов позволяет на стадии проектирования выявить «слабые» звенья конструкции, определить степень запаса прочности и дать рекомендации по его доработке. Для исследования прочностных свойств экзоскелет был протестирован нагрузками в расчетной системе ANSYS®Mechanical. На рис.1 показаны результаты статического прочностного анализа – эпюры распределения напряжений, возникающих в деталях экзоскелета.

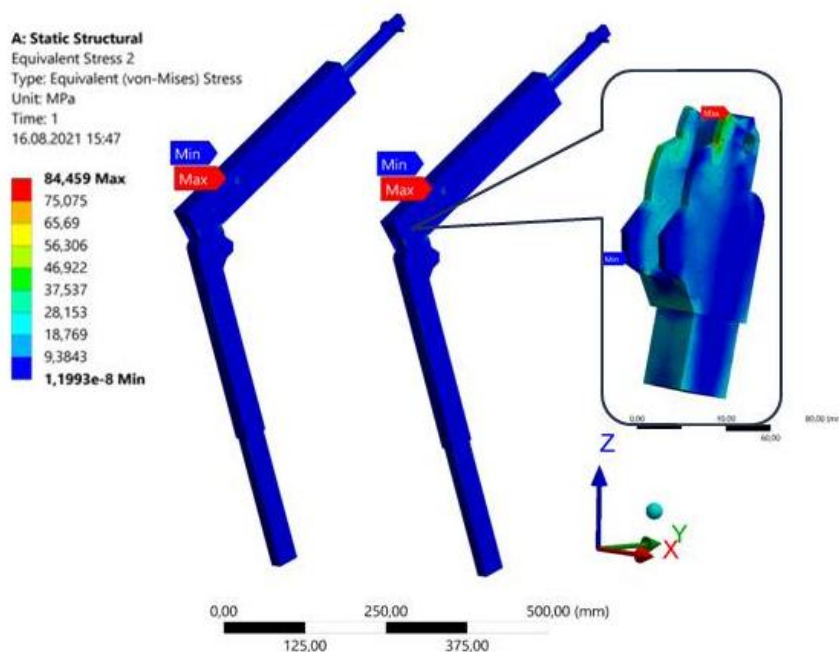


Рис. 1. Эпюры распределения напряжений, возникающих в деталях экзоскелета

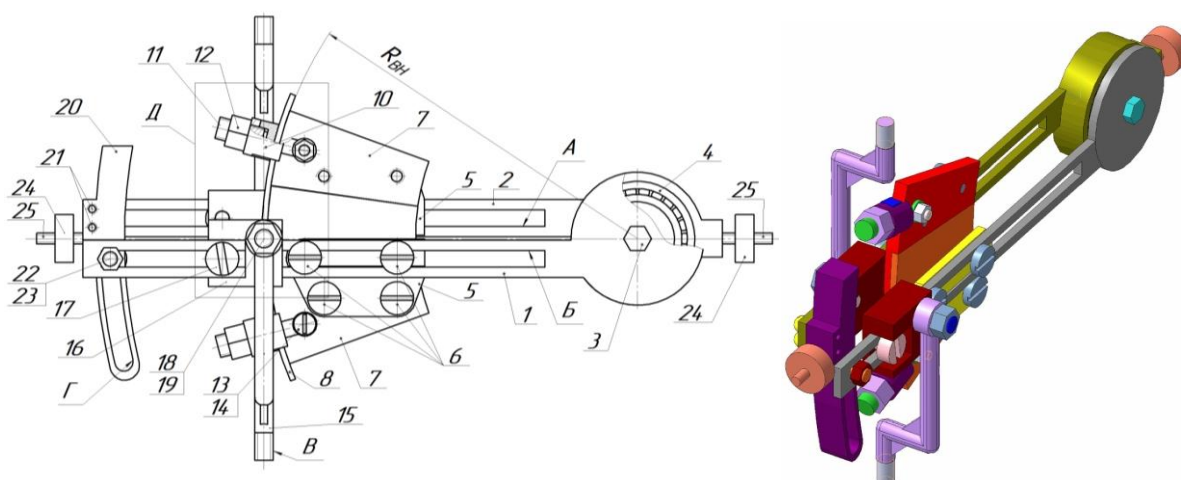
Анализ результатов статического прочностного расчета показывает, что напряжения, возникающие в конструкции экзоскелета, не превышают допустимых значений.



## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДУГООБРАЗНЫХ ОБРАЗЦОВ КОЛЬЦЕВЫХ И ТРУБЧАТЫХ ДЕТАЛЕЙ

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

При исследовании механических свойств полых цилиндрических деталей, например, дисков автомобильных колес, поверхности которых подвергались нагреву или сварке, необходимо использовать их криволинейные образцы. Разрывная машина ИР 5082, используемая для испытаний на разрыв плоских пластинчатых образцов, как показано в работе [1, рис. 6], не позволяет разместить криволинейные образцы в его зажимное приспособление. Проблема заключается в том, что рабочие поверхности зажимных губок (верхних и нижних) разрывной машины находятся в одной вертикальной плоскости, совпадающей с плоскостью рабочего движения машины. Учитывая сложный и одновременно тонкостенный профиль диска ( $\approx 4-7$  мм в зависимости от диаметра диска) в районе полки (обода), вариантом для испытательных образцов могут стать цилиндрические образцы №9 тип III по ГОСТ 1497-84 [2], либо наименьшие из образцов без головок по ГОСТ 11701-84 [3]. Однако такие образцы не дадут объективных данных по прочности поверхностей материала диска в зоне сварки (правки), так как они изготовлены из фрагментов дисков, не подвергаемых термическому воздействию. Существует патент РФ № 2566393 [4], описывающий устройство для закрепления в разрывную машину криволинейных образцов. Разработка имеет ряд недостатков, главный из которых является не универсальность, т.е. разрывные губки надо было изготавливать под конкретный диаметр обода колеса, как известно, колесные диски имеют диаметры от 12 до 20 дюймов. Было принято решение разработать универсальное устройство для испытаний криволинейных (дугообразных) образцов (рис. 1), получен патент на изобретение РФ № 2758034 [5].



**Рис. 1. Чертеж и 3-D –модель испытательного устройства (на модели не показан дугообразный образец для улучшения обзорности места стыка разрывных губок) испытательного устройства.**

Техническим результатом разработки данного испытательного устройства стало повышение точности измерения, т.к. ось тяг приспособления проходит по центру оси образца, параллельное движение механизма разрывной машины преобразуется в криволинейное силовое воздействие на испытуемый образец. Испытательное устройство может быть использовано, например, для исследования прочности сварных труб большого диаметра в нефтегазовой промышленности. Обеспечивается повышение универсальности за счет применения

щек и прижимов любых диаметров; улучшается степень прижатия образца за счет применения дугообразного прижима; обеспечивается возможность использования в слабосильных разрывных машинах за счет увеличения плеча силы с помощью перемещения оси тяг. Разработаны рабочие чертежи, по которым будет изготовлен опытный образец испытательного устройства для проведения рабочих испытаний на лабораторной разрывной машине.

### ***Библиографический список***

1. **Платонов, А.В., Щеглетов К.А., Пронин Д.В., Заветаев В.Ю., Вахромеев А.М., Чесников И.А., Платонов И.А.** Исследование прочности колеса автомобиля, изготовленного из легкого сплава, ремонт которого произведен с использованием сварки // КШП. ОМД. 2020. № 10. С. 35-43.
2. ГОСТ 1497-84. Металлы. Методы испытаний на растяжение. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <http://docs.cntd.ru/document/gost-1497-84> (дата обращения: 22.02.2022).
3. ГОСТ 11701-84 Металлы. Методы испытаний на растяжение тонких листов и лент. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <http://docs.cntd.ru/document/1200004893> (дата обращения: 22.02.2022).
4. Устройство для испытания на растяжение дугообразных образцов из токопроводящего материала при повышенной температуре. Сысоев Н.Я., Сысоев Я.Н., Иванов А.А., Гостев В.Н., Крылов И.Н.. Патент на изобретение № 2566393 С1. МПК G 01N 3/18 (2006.01). Заявка № 2014135588/28 от 01.09.2014. Патентообладатель ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ». Оpubл. 27.10.2015, бюл. № 30.
5. Испытательное устройство дугообразного образца. Пронин Д.В., Платонов А.В.
6. Патент на изобретение № 2758034 С1. МПК G 01N 3/08 (2006.01). Заявка № 2021107928 от 25.03.2021. Патентообладатель НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Оpubл. 25.10.2021, бюл. № 30.

УДК 629.3.027.484

ПРОНИН Д.В., ПЛАТОНОВ А.В., РАЗУМКОВ А.С., КАЗАКОВ В.С.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ НАГРЕВА ДИСКОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОЛЕС И СПОСОБОВ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ**

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

В различных источниках приводятся рекомендации, как нагревать погнутый диск колеса: рекомендуется, например, равномерный нагрев диска при его вращении [1], или локальный нагрев зоны правки диска [2]. В исследованиях, проводимых журналом «За рулем» [3], приводится мнение по недопустимости точечного нагрева диска, который может привести к изменению структуры сплава со всеми вытекающими отсюда последствиями, когда небольшая яма может привести ослабленный диск и крышку в негодность. В качестве альтернативы точечному нагреву предлагается полный (равномерный) нагрев диска в специальной печи, после которого возможен качественный ремонт диска.

Существует и другая точка зрения в части применения нагрева изделий из алюминиевых сплавов. Согласно Р. Гиттеру [4], прочность алюминия, как и у других металлов с повышением температуры снижается. До некоторых температур это явление обратимо, то есть после охлаждения материал возвращается к тем же свойствам, что и до нагрева. Считается, что короткий нагрев термически упрочненных алюминиевых профилей до температуры 180-200°C в течение 10-15 минут, который происходит, например, при «оплавлении» порошковых красок, не приводит к потере прочности.

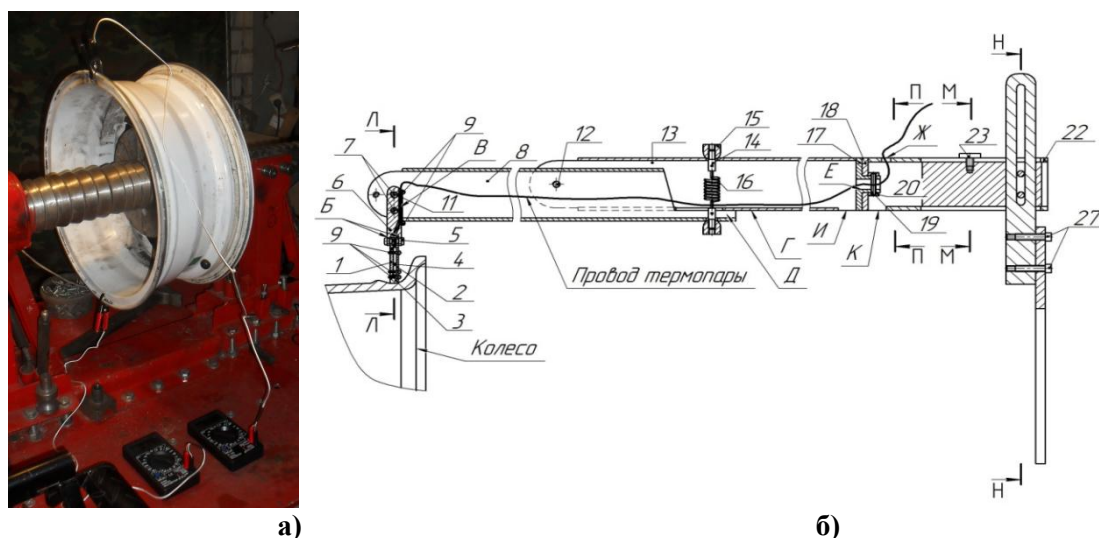
Согласно п. 2.3 «Рекомендаций по безопасности и сервису для колесных дисков», опубликованных Ассоциацией европейских производителей колесных дисков (EUWA): «Любой ремонт повреждений обода или диска путем нагревания, сварки, добавления или удаления материала запрещен» [5]. При этом данный документ не приводит ссылок на какие-либо испытания и не объясняет, почему невозможен какой-либо нагрев диска.

Таким образом, становится ясно, что контроль нагрева легкосплавного диска при проведении ремонта необходим для придания материалу пластичности, следовательно, предупреждения появления трещины. Нагрев нужен также, для накопления экспериментальных данных, на основе которых можно будет сделать вывод о недопустимости (допустимости) применения нагрева диска при ремонте.

Наиболее подходящими и простыми методами контроля температуры для повседневного использования при ремонте легкосплавных дисков автомобильных колес являются методы пирометрических и термозависимых параметров. Такие методы дают высокую точность, затраты на оборудование крайне малы и оно (оборудование) многократно использования, не требует высокой квалификации операторов при проведении измерения температуры.

Учитывая, что диски автомобильных колес, в основной своей массе, выполнены из алюминия (сплава алюминия и кремния - например АК12, АК7пч) [6, 7], температура его плавления составляет 550-560°C [с.327, 8], при плавлении чистого алюминия - 660,4 °С [с.231, 9]. Оптимальный диапазон измерения температур при правке дефектов колеблется от 100 до 300°C, что обеспечивает желаемую пластичность материала диска при его правке.

При измерении температуры диска возникали проблемы по установке термодатчиков (термопар), т.к. можно было выполнить только стационарное крепление, без вращения диска (рис. 1а). С целью обеспечения процесса контроля температуры поверхности вращающегося диска и автоматизации замера температуры во время его правки разработана конструкция термощупа, на которую подготовлены материалы заявки на изобретение (рис. 1 б).



**Рис. 1. Исследование измерения температуры диска: а) установка термопар во время опыта, б) предлагаемое устройство для контроля температуры (термощуп).**

### *Библиографический список*

1. Электронный ресурс // URL: [https://vk.com/video166445595\\_171700503](https://vk.com/video166445595_171700503) (дата обращения: 15.04.2018)
2. Электронный ресурс // URL: [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=36&v=8yug1FYlcqs](https://www.youtube.com/watch?time_continue=36&v=8yug1FYlcqs) (дата обращения: 15.04.2018)
3. Электронный ресурс // URL: [https://www.zr.ru/content/articles/10166-tancory\\_disko/#](https://www.zr.ru/content/articles/10166-tancory_disko/#) (дата обращения: 15.04.2018)

4. R. Gitter. Design of Aluminium Structures: Selection of Structural Alloys
5. Structural Design according to Eurocode 9: Essential Properties of Materials and Back-ground Information, Brussels 2008. -Электронный ресурс // URL: [http://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/doc/WS2008/EN1999\\_4\\_Gitter.pdf](http://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/doc/WS2008/EN1999_4_Gitter.pdf) (accessed June 12, 2017)
6. Электронный ресурс // URL: <http://www.euwa.org/safety-informations/safety-service> (дата обращения: 15.04.2018)
7. Абалымов В. Р. Повышение свойств дисков автомобильных колес из сплава АК12 / В. Р. Абалымов, Ю. А. Клейменов, Т. Н. Дроздова // III международная научная школа для молодежи «Материаловедение и металлофизика легких сплавов». Екатеринбург, 8-12 декабря 2014 : сборник научных трудов. — Екатеринбург : УрФУ, 2014. — С. 21-24.
8. Н. В. Грудинина, Т. А. Богданова, Г. А. Меркулова, О. Ю. Сергеева Влияние комплексной обработки на механические свойства дисков автомобильных колес из силумина марки АК7пч // Молодежь и наука: сборник материалов X Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 80-летию образования Красноярского края [Электронный ресурс]. — Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2014. — Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2014/directions.html> , свободный.)
9. Технология металлов. Кнорозов Б. В., Усова Л. Ф., Третьяков А. В., Арутюнова И. А., Шабашов С. П., Ефремов В. К- М., «Металлургия», 1974.-648 с.Кубасов В. Л., Банников В. В. Электрохимическая технология неорганических веществ: Учебн. для техник. — М.: Химия, 1989. — 288 с.: ил. ISBN 5—7245—0252—6.

УДК 621

СМИРНОВ И. А.

## **ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВ РОБОТОТЕХНИКИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА РОБОТА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Изготовлен опытный образец колёсного робота, целью создания которого было изучение основ проектирования, сборки, программирования и алгоритмирования.

Корпус собран из элементов, распечатанных на 3D-принтере из PLA-пластика. Отдельные составные элементы, контроллер, драйвер двигателей, зуммер, дальномер, термометр, кнопка, датчик освещённости, потенциометр, шаговый двигатель, два двигателя привода колёс, датчики скорости и ик-приёмник были закуплены. Части корпуса были соединены между собой либо винтовыми соединениями, либо клеем.

Сам корпус представляет собой конструкцию из двух пластин, разделенных стойками. У нижней есть 4 перпендикулярные небольшие пластины по углам, к которым крепятся двигатели при помощи винтов и на 2 из них датчики скорости. В обеих пластинах есть отверстия друг над другом для проводов, соединяющих двигатели с драйвером двигателей и датчики скорости с контроллером. В верхней пластине есть еще отверстие для шагового двигателя, к которому прикреплен небольшой корпус с ик-приёмником, дальномер и датчик освещённости.

В рамках изучения алгоритмирования был разработан собственный алгоритм поиска препятствий. Согласно данному алгоритму, робот при помощи дальномера непрерывно считывает расстояния до объектов под углами в диапазоне от  $-90^\circ$  до  $90^\circ$  с шагом  $15^\circ$  (относительно нормали к передней части опытного образца) за фиксированный период времени. Каждую половину периода сканирования, алгоритм находит самое близкое препятствие и, исходя из угла, на котором находится препятствие относительно нормали к передней части образца, корректирует направление двигателей и напряжение на них. Если препятствие нахо-

дится в диапазоне от  $-30^\circ$  до  $30^\circ$  относительно нормали, то алгоритм выставлял настройки двигателей так, чтобы образец отъезжал назад, поворачивая немного вправо. Если препятствие находится в диапазоне от  $-90^\circ$  до  $-30^\circ$ , то настройки двигателей выставлялись так, чтобы образец, отъезжая назад, поворачивал вправо, а если в диапазоне от  $30^\circ$  до  $90^\circ$  - поворачивал влево, отъезжая назад.

Для удобства управления роботом, ик-приёмник принимает сигнал с ик-пульта, и, на основе данной команды, включает/выключает режим автопилотирования (использующий алгоритм поиска препятствий), включает/выключает режим ручного управления, при котором робот двигается согласно кнопкам, нажатым на ик-пульте, и подаёт сигнал, который может быть полезен при утере образца из поля зрения.

Для упрощения и ускорения процесса разработки, для программирования был использован язык JavaScript. Его отличительной особенностью является асинхронность, которая также давала прирост в быстродействии. В качестве среды разработки использован Visual Studio Code. Для прошивки контроллера робота использовалась Espruino Web IDE.

Проект создания опытного образца для изучения основ проектирования, сборки, программирования и алгоритмирования выполнен в ЦСТО НГТУ им. Р.Е. Алексеева по направлению “Промышленная электроника”.

---

1. [Электронный ресурс] - <http://wiki.amperka.ru/> База знаний Амперики

УДК.621.791

СУСЛОВ И. Е., ГЕРАСИМОВ Е. А., ПИГАЛОВ С.А.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФЛЮСОВ ДЛЯ ПАЙКИ АЛЮМИНИЯ**

Алюминий – металл, сферы потребления которого в настоящее время растут в больших объёмах. В ряде областей промышленности алюминий быстро вытесняет традиционные металлы и сплавы. Его успешно применяют в изготовлении радиаторов и других теплообменных устройств. Популярность алюминия в этой сфере обусловлена следующими свойствами: отличная теплопроводность, хорошая коррозионная стойкость, низкий удельный вес и другие.

Традиционным материалом для изготовления теплообменных устройств является медь и сплавы на её основе. Но алюминий за счёт своей меньшей стоимости и других свойств быстро вытесняет медь и её сплавы из этой сферы производства. Алюминиевые радиаторы, при аналогичных теплообменных свойствах имеют куда меньшую массу, что снижает массу готового изделия, а также за счёт этого уменьшается его себестоимость.

Всё вышперечисленное делает алюминий одним из наилучших материалов для изготовления теплообменников различного вида и характеристик, в том числе для автомобильной и другой транспортной промышленности. Данные сферы промышленности увеличивают темпы производства каждый год.

Всем известна проблема пайки алюминия: окись алюминия тугоплавкое, стойкое химическое соединение. Для пайки алюминия наиболее широко применяются паяльные флюсы. Они разрушают оксидные пленки паяемого металла и припоя, обеспечивая хорошее взаимодействие припоя с паяемым металлом.

В настоящее время для высокотемпературной пайки алюминия применяются флюсы на основе эвтектик, содержащих хлориды лития, калия, натрия, а также на основе эвтектики системы KF-AlF<sub>3</sub>.

Флюсы на основе эвтектики KF-AlF<sub>3</sub> получили широкое применение, т. к. остатки данных флюсов не вызывают коррозии паяных соединений и не требуют удаления после пайки, что значительно сокращает время и затраты на изготовление паяных изделий.

Основным технологическим свойством флюсов, наряду с другими (краевым углом смачивания, скоростью смачивания, временем растекания припоев), является растекаемость припоев с данными флюсами. Она же одновременно является характеристикой и активности флюсов, т. к. за одно и то же время припой с более активным флюсом растекается на большую площадь паяемой поверхности.

В работе исследовано влияние различных концентраций химических соединений во флюсах на основе эвтектики KF-AlF<sub>3</sub> на растекаемость припоя АЛ2 по сплаву АМц, а также приведены исследования микроструктуры паяных образцов.

УДК 621

ЩОРИНА Ю. Э., МЕЛЬНИКОВА Е.Ю.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Надежность (англ. reliability) – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания и транспортирования. Надежность – комплексное свойство, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств.

На стадии проектирования ДСМ (дорожно-строительных машин) главным условием повышения их надежности является максимально полный учет особенностей и условий эксплуатации.

Надежность дорожно-строительных машин зависит от многих факторов, их можно систематизировать:

- внешние факторы, к основным относят климат, рельеф;
- внутренние факторы, к основным относят качество узлов и агрегатов;
- общие факторы, к основным относят человеческий фактор (проектирование, создание, эксплуатация), и др.

На изменение параметров технического состояния и, следовательно, работоспособность ДСМ существенное влияние оказывают низкие и высокие температуры воздуха и его влажность, скорость ветра, туманы, солнечная радиация и т.п. Воздействие этих факторов вызывает определенные виды отказов машин вследствие случайных перегрузок, усталостных явлений в материалах, действия сил трения и т.п.

Дифференциальный метод предусматривает проведение оценки качества ремонта по совокупности показателей свойств, отремонтированного изделия. Качество ремонта считается приемлемым, если измеренные значения показателей отремонтированного изделия не уступает со ответствующим нормативным значениям. Основным недостатком дифференциального метода оценки качества ремонта является невозможность учета неравнозначности различных свойств изделия и показателей, характеризующих эти свойства.

Комплексный метод позволяет оценить качество ремонта с помощью комплексного показателя, характеризующего совокупность основных свойств изделия. Комплексный показатель является функцией показателей основных свойств изделия:

$$K = \sum_{i=1}^n m_i \times q_i,$$

где  $m_i$  – коэффициент вместимости  $i$ -го показателя, учитывающий его важность для оценки качества изделия;  $q_i$  – показатель  $i$ -го свойства или совокупности свойств изделия.

Интегральный метод позволяет оценить качество ремонта изделия с учетом затрат на ремонт:

$$И = \frac{\mathcal{E}}{З},$$

где И – интегральный показатель качества;  $\mathcal{E}$  – показатель эффективности использования отремонтированного изделия; З – затраты на ремонт изделия.

#### ***Библиографический список***

1. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=6324>
2. **Мандровский, К. П.** Системы мониторинга дорожно-строительных, транспортных машин и дорожных покрытий. – М., 2010. – 184 с.

## СЕКЦИЯ 4

# НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА И ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

## Подсекция 4.1

### Конструирование наземных транспортных средств

УДК 621.431

КАЛИНИН Е.Д.

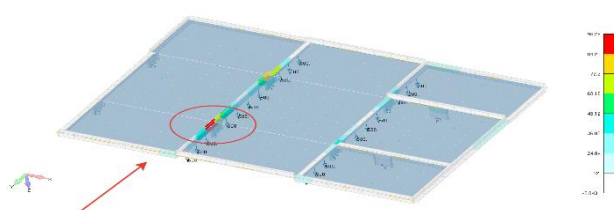
#### ВЫБОР МАРКИ СТАЛИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГРУЗОВОЙ ПЛАТФОРМЫ АВТОМОБИЛЯ ГАЗЕЛЬ NEXT

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Легкие грузовые автомобили Газель Next пользуются огромной популярностью у населения. Главное преимущество грузовика Газель поколения Next – это возможность приобрести новый автомобиль по цене подержанной иномарки, прошедшей не одну тысячу километров. Амортизационные расходы новой газели сведены к минимуму. Накопленный опыт сервисов ГАЗ и исследования специалистов группы ГАЗ показывают, что машины поколения Next требуют на 30 % затрат, чем их прямые конкуренты. Работы по поиску оптимальных конструкций для автомобиля Газель Next продолжаются и актуальным остается вопрос выбора материала различных конструктивных элементов.

В работе рассмотрена грузовая платформа автомобиля Газель Next и оценен выбор материала для ее изготовления. Грузовая платформа (рис. 1) в сборе имеет габариты: длину 4,2 м; ширину 2,05 м; высоту тента 1,80 м. Пол выполнен из влагостойкой фанеры толщиной 18 ... 20 мм. Крепление к раме – точечное.

В САПР Femap была создана 3D модель грузовой платформы и выполнены расчеты прочности при нагружении ее силой в 10000 Н.



**Рис.1. Напряжение в балочных элементах платформы с фанерой (вид фанеры отключен), МПа ( $\sigma_{\text{MAX}} = 96,3$  МПа)**

В качестве примера на рисунке представлен один из результатов, визуализация фанеры отключена для наглядности. Максимальные напряжения  $\sigma_{\text{MAX}}$  в балочных элементах платформы с фанерой составили 96,3 МПа.



Расчет допускаемых напряжений выполнен для платформы по ГОСТ Р 52857.1— 2007 [1]:  $[\sigma] = \frac{\sigma_{\tau}}{n_{\tau}}$ , МПа,  $n_{\tau}$  — коэффициент запаса по пределу текучести,  $n_{\tau} = 1,2$  для стали.

Результаты расчетов приведены в таблице 1 для трех марок сталей: 08; 20; S550MS.

**Таблица 1**

**Коэффициенты запаса по напряжениям в грузовой платформе при изготовлении ее из различных марок стали**

Марка стали	Предел текучести $\sigma_{\tau}$ , МПа	Допускаемые напряжения $[\sigma]$ , МПа	Коэффициент запаса по напряжениям $n = [\sigma] / \sigma_{\text{МАХ}}$	Коэффициент запаса по напряжениям, %
08	196	160	1,66	66
20	245	200	2,08	108
S5 50MS	500	420	4,36	336

Таким образом, конструкция грузовой платформы выдерживает нагрузку в 1000 т (коэффициент запаса по напряжениям составляет от 66 до 336 % в зависимости от категории стали). Полученные результаты справедливы для статического расчета, но можно с полной уверенностью утверждать, что рассматриваемая конструкция грузовой платформы выдержит и динамическую нагрузку. Изготавливая грузовую платформу из более прочной и дорогой европейской стали S550MS, оставив профиль балки высотой 60 мм и толщиной 2,5мм, не получишь положительного экономического эффекта. Экономический эффект можно получить, если профиль балки будет тоньше, меньшей высоты (меньшей площадью поперечного сечения), что приведет к уменьшению массы конструкции платформы и увеличению грузоподъемности автомобиля ГАЗели Next.

1. ГОСТ Р 52857.1—2007. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования.

УДК 629.3

КАРАСЕВА С.А., ПАПУНИН А.В., МАКАРОВ В.С., МАЛАХОВ Д.Ю.

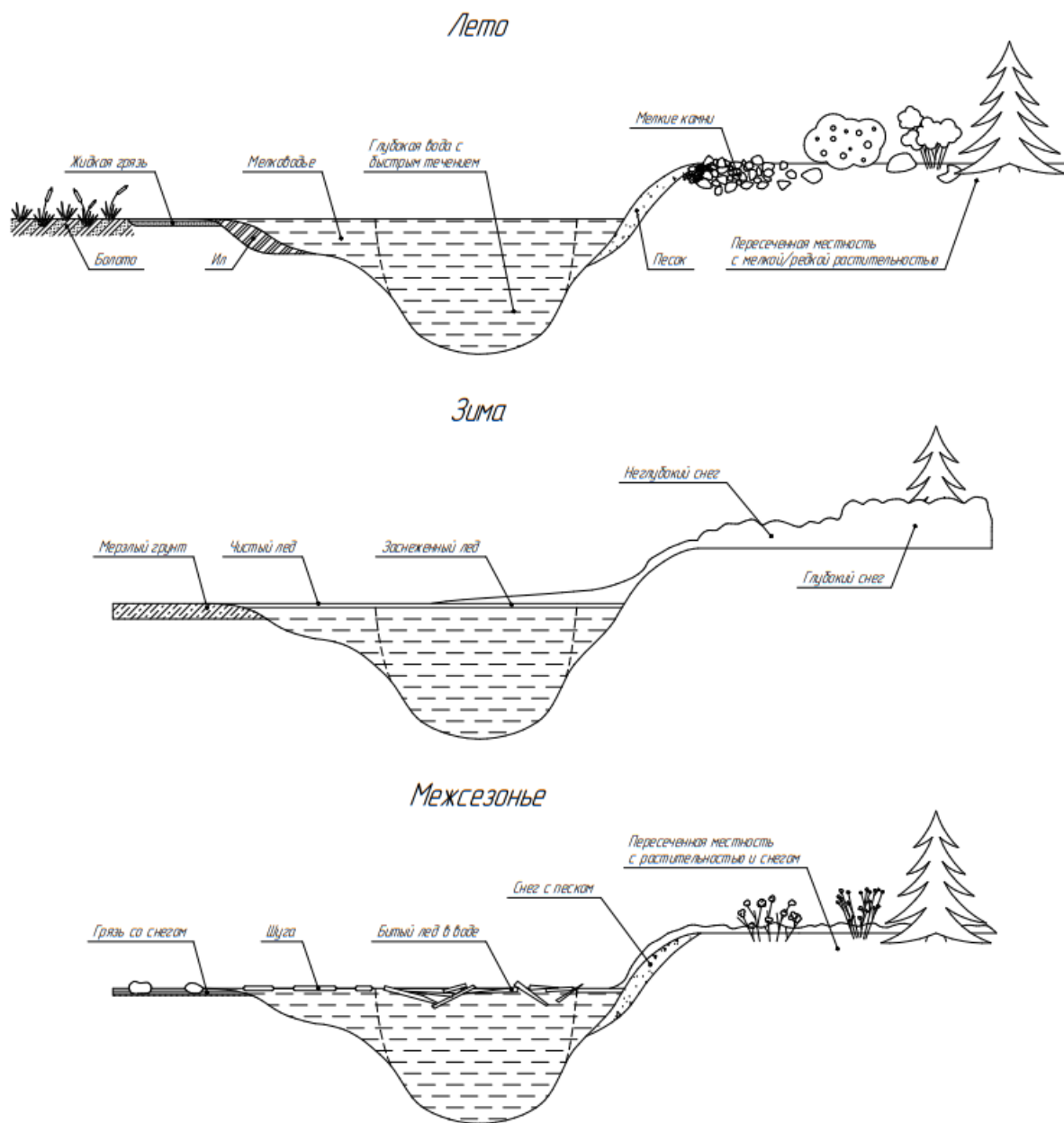
**КЛАССИФИКАЦИЯ ТИПОВЫХ ОПОРНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ  
ДЛЯ РОТОРНО-ВИНТОВЫХ СНЕГОБОЛОТОХОДНЫХ МАШИН**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет

Специфика взаимодействия роторно-винтовых движителей РВД с опорным основанием, буквально ввинчивающихся в поверхность, делает невозможной их эксплуатацию на твердых дорожных покрытиях, однако обеспечивает высокую эффективность машин с РВД на слабонесущих грунтах. Помимо этого, роторно-винтовые движители являются универсальными движителями с точки зрения обеспечения водоходных и сухопутных свойств, и транспортным средствам с РВД не нужны дополнительные водоходные движители для преодоления водных преград [3]. Такая универсальность делает роторно-винтовые машины уникальными амфибиями, отлично подходящими для эксплуатации в тяжелых природных условиях [5].

В результате анализа эксплуатации роторно-винтовых снегоболотоходных машин с учетом рациональности использования были выделены следующие типовые опорные поверхности: вода, шуга, битый лед в воде, чистый лед, заснеженный лед, неглубокий и глубокий снег, болото, ил, жидкая грязь, песок, мерзлые грунты, пересеченная местность [2]. Дан-

ные виды опорных оснований встречаются в различных комбинациях, например, в арктических регионах, в регионах Крайнего Севера, в регионах Урала и Сибири, в некоторых дальневосточных регионах и во многих других.



**Рис.1. Классификация типовых опорных оснований**

Стоит отметить, что не все перечисленные опорные основания permanently присутствуют в типовых регионах эксплуатации; многие из них имеют сезонный характер. Поэтому было решено классифицировать выявленные опорные основания с учетом сезонности эксплуатации. Предлагаемый способ деления представлен на рис. 1. Необходимо отдельно подчеркнуть, что предлагаемая схема классификации достаточно условна в сезонности; разумеется, есть несколько типов опорных оснований, которые встречаются в разные времена года практически в неизменном виде. Такие опорные основания были отнесены к какому-либо сезону, исходя из логических соображений и некоторых условных взаимосвязей этих оснований с другими. В других сезонах вышеуказанные спорные основания не отмечались, хотя и могут в них присутствовать.

Согласно результатам общего анализа исследованности поведения, роторно-винтовых снегоболотоходных машин на различных основаниях, наиболее изученной является работа РВД на неглубоком и глубоком снегу, на льду, на болоте; наименее изученной – на воде, шуге, иле, на битом льду в воде [1, 4]. Разработаны методики расчета оптимальных параметров роторно-винтового движителя именно с точки зрения обеспечения сухопутных свойств; между тем, для создания эффективной амфибийной машины необходимо также рассчитывать движитель с точки зрения обеспечения водоходных свойств.

Таким образом, на основании всего перечисленного можно сделать вывод, что, во-первых, в настоящее время в некоторых сферах существует острая потребность в роторно-винтовых транспортных средствах, и, во-вторых, существует необходимость в разработке методики расчета оптимальных параметров роторно-винтового движителя для эксплуатации на воде.

Данная работа проведена при финансовой поддержке грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых - кандидатов наук МК-336.2022.4.

### *Библиографический список*

1. Введение в динамику систем заснеженная местность - роторно-винтовая машина: монография / В.А. Шапкин, У.Ш. Вахидов, И.А. Ерасов, А.А. Кошурина, Ю.И. Молев. - Н. Новгород: НИУ РАНХиГС, 2017. - 390 с.
2. **Котляренко, В. И.** Анализ различных показателей транспортных средств для организации всесезонных транспортных перевозок в условиях Севера / В. И. Котляренко, Л. В. Бархтанов // Журнал автомобильных инженеров. – 2015. – № 6(95). – С. 64-67.
3. **Куляшов, А.П.** Экологичность движителей транспортно-технологических машин / А.П. Куляшов, В.Е. Колотилин - М.: Машиностроение, 1993. - 288 с.: ил.
4. **Николаев, А.Ф.** Роторно-винтовые амфибии / А.Ф. Николаев, А.П. Куляшов. - Горьк. политехн. ин-т им. А.А. Жданова. - Горький: Волго-Вят. кн. изд-во, 1973. - 47 с.: ил.
5. **Степанов, А.П.** Проектирование амфибийных машин / А.П. Степанов. - М.: Мегалион, 2007. - 420 с.: ил.

УДК 629.3

КЛОПОВ И. В., СТАЦЕНКО А. А., САВИЧЕВ Р. С.

### **МОБИЛЬНЫЙ РОБОТ КУРЬЕР**

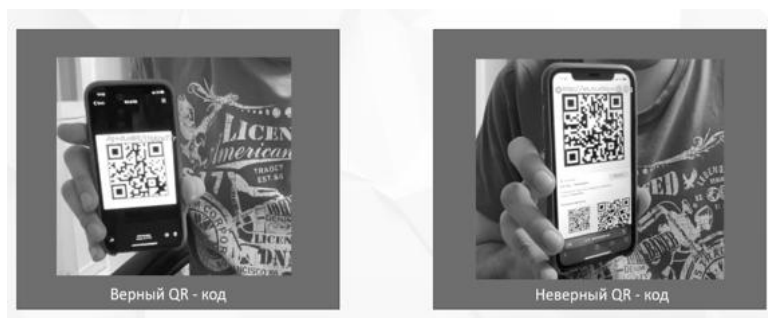
КГТА имени В. А. Дегтярева

Роботы постепенно окружают современное общество, начиная от домашних роботов-помощников, и заканчивая автоматизацией огромных производств. Люди стараются автоматизировать рутинный труд, чтобы больше заниматься более творческими профессиями. В последнее время, учитывая последствия пандемии, можно заметить рост пользователей приложений доставки еды. Всё больше заведений убирают посадочные места и оставляют только кухню, работая на доставку, что позволяет значительно сократить расходы. Именно это стало основополагающим фактором для создания оптимального решения роботизированной доставки.

В данной статье рассматривается создание мобильного-робота курьера для автономной доставки, внутри помещения или на специально-оборудованной территории. В качестве основы системы программного управления используется одноплатный компьютер Raspberry Pi. Модель – 3В+. Для поиска оптимального маршрута реализуется алгоритм A\*. Планирование геометрии осуществляется путём совмещения трёх подходов к расчёту траектории (не учи-

тывать движущихся пешеходов, учитывать только текущее положение, учитывать положение и предсказание).

Процесс технического зрения состоит из нескольких этапов. На этапе предобработки улучшается качество изображения. Затем во время промежуточной фильтрации накладывается фильтр для обозначения областей интересов, после чего выявляются особые точки. На этапе высокоуровневого анализа по найденным признакам определяются объекты [1]. Для поиска изображения используется камера. В качестве алгоритма предварительной обработки (нахождения границ) используется оператор Кэнни. Данный выбор обусловлен проводимыми, в рамках данной статьи, тестами среди популярных алгоритмов. Пример распознавания QR – кода показан на рис.1.



**Рис.1. Распознавание QR-кода**

Для программной реализации алгоритмов и их тестировании используется операционная система ROS (Robot Operating System) и высокоуровневый язык программирования Python. Это значительно позволяет сократить время на разработку, тем самым ускорив создание проекта.

Таким образом, в ходе данной работы был разработан наземный мобильный робот, способный работать автономно в помещении и осуществлять доставку.

1. **Эрик, Я. С.** Программирование компьютерного зрения / Я С Эрик. – Москва: ДМК издательство, 2016. – 312 с.

## Подсекция 4.2

# Эксплуатация наземных транспортных средств

УДК 629.056.8

АВРИЦЕВИЧ Я.В., КУЗЬМИН А.Н.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СИСТЕМЫ ГЛОНАСС НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Внедрение интеллектуальных телематических технологий мониторинга транспорта позволяет владельцам автопарков иметь точную и подробную информацию о работе техники и разрабатывать пути оптимизации эксплуатационных затрат.

Целевая задача внедрения спутниковых навигационных систем - это повышение безопасности, минимизация риска возникновения аварийных ситуаций, несчастных случаев, получение экономического эффекта за счёт осуществления контрольных процедур по учету расхода топлива, исключения нецелевого использования транспортных средств (в том числе оптимизация маршрутов движения), а также соблюдение трудового законодательства в части режима труда и отдыха водителей.

Глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС) — российская спутниковая система навигации. Система транслирует гражданские сигналы, доступные в любой точке земного шара, предоставляя навигационные услуги на безвозмездной основе и без ограничений. По состоянию на 01.01.2022 на орбите Земли насчитывается 24 спутника.



Рис.1. Принцип работы системы ГЛОНАСС на автотранспортном предприятии

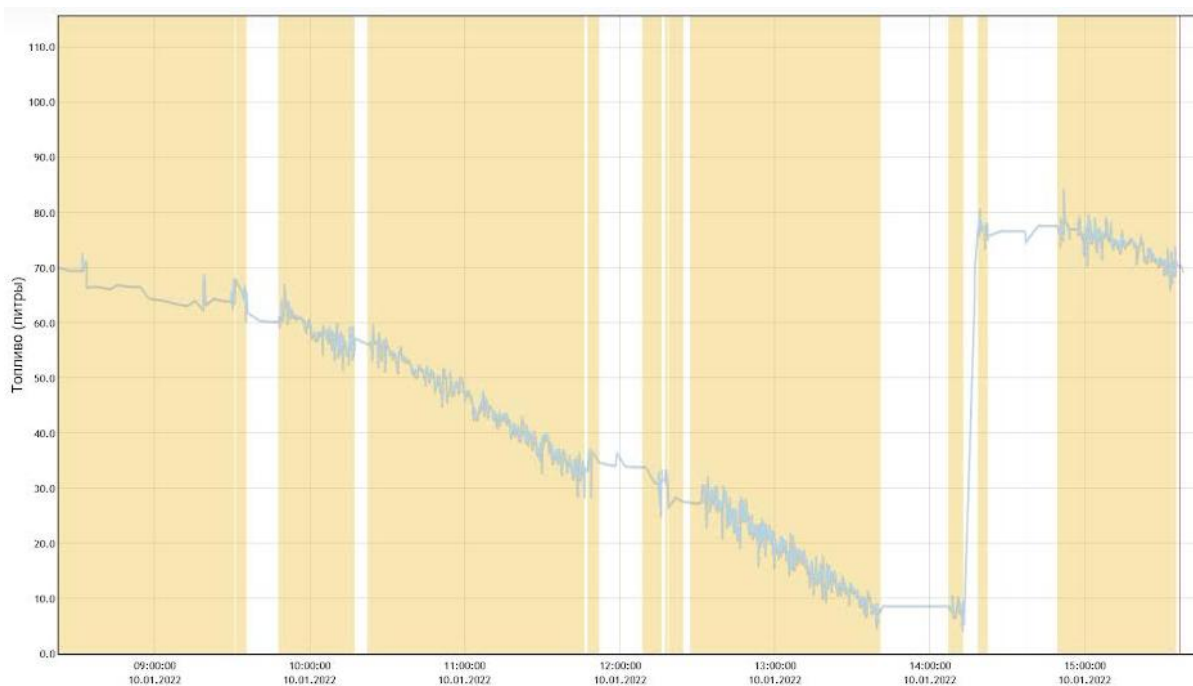
На транспортное средство устанавливается трекер, оснащенный SIM-картой. При необходимости устанавливаются дополнительные датчики: датчик уровня топлива, расходомер, счетчик газа, датчик нагрузки на ось, подключение по CAN шине, и прочие.

Трекер устанавливает связь со спутниками системы ГЛОНАСС. Устройство отслеживает и записывает во встроенную память изменяющиеся координаты спутников, выходит в интернет через SIM-карту и отправляет информацию на телематический сервер. Помимо передачи данных о перемещении, трекер может передавать данные с дополнительных датчиков, установленных на транспортное средство. Сервер получает данные и сохраняет их. Далее оператор через программу мониторинга имеет возможность обработки и анализа полученной информации о параметрах передвижения и работы транспортного средства.

Технология ГЛОНАСС используется везде, где есть логистика и потребность контроля за удалёнными объектами, при этом решается целый ряд задач.

Фактический учет движения топлива. Датчики уровня топлива, датчики расхода топлива, датчики расхода газа позволяют вести фактический учет топлива без привязки к нормам расхода. Такие факторы, как стиль вождения, давление в шинах, параметры местности, погодные условия, износ узлов и агрегатов, оказывают существенное влияние отклонение фактического расхода топлива от установленных нормативных значений.

Система ГЛОНАСС показывает факт расхода топлива за конкретную поездку. Контроль параметров расхода топлива также позволяет исключить случаи хищения горючего, например, при несанкционированном сливе или недоливе при заправке - это все будет отражено в отчетных формах программы мониторинга.



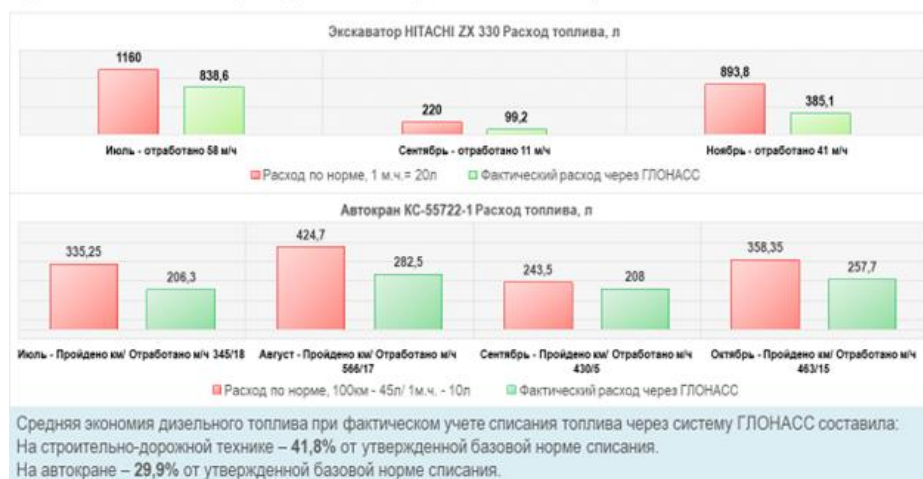
**Рис.2. Пример топливного графика, сформированного в программе мониторинга**

Показывает расход, включенное зажигание и заправку за заданный интервал времени.

Удалённая диагностика узлов и агрегатов. При наличии технической возможности в программу мониторинга целесообразно вывести дополнительные атрибуты работы транспортного средства, например: параметры работы двигателя, счетчик моточасов, счетчик машино-часов, включенное зажигание.

С помощью подключения дополнительных датчиков и подключения по CAN-шине доступны показания штатных датчиков транспортного средства, показывающие температуру масла, охлаждающей жидкости и т.д.

Сравнительный анализ расхода топлива по установленным нормам и показаниям системы ГЛОНАСС



**Рис.3. Пример экономии дизельного топлива по отношению к установленным нормам списания**

Анализируя эти данные, можно спланировать своевременное ТО, предотвратить отказ узлов и агрегатов, что позволяет поддерживать парк транспортных средств в удовлетворительном состоянии. В случае выхода из строя оборудования можно установить истинную причину отказа, тем самым минимизируя фактор недобросовестного отношения водительского и ремонтного состава к эксплуатируемому транспортному средству.

Снижение стоимости перевозок. Внедрение системы позволяет в режиме онлайн осуществлять планирование рейсов и выстраивать оптимальные маршруты, что решает задачи по эффективному использованию ресурсов автопарка, исключению нецелевого использования транспорта и специальной техники, простоев.

В случае пассажироперевозок – точное планирование прибытия служебного транспорта, контроль пассажиропотока (контроль входа-выхода, оплата проезда).

Безопасность дорожного движения. Обеспечение сохранности жизни и здоровья людей, снижение вероятности неблагоприятных событий, связанных с ДТП – важнейшая задача любого владельца транспортной техники.

Оборудование ГЛОНАСС позволяет контролировать превышения скоростного режима, соблюдение режима труда и отдыха водителя, а также отслеживать стиль вождения и формировать рейтинги водителей. Полученные данные используются для проведения профилактической работы с водительским составом, поощрения аккуратных водителей.

Скорость и пробег определяются системой точно. Безусловно, имеется погрешность, но она не превышает 1-2 км/ч. Иногда система может показывать некорректные значения из-за сбоев работы оборудования, однако качественное ПО позволяет исключать некорректные значения для анализа.

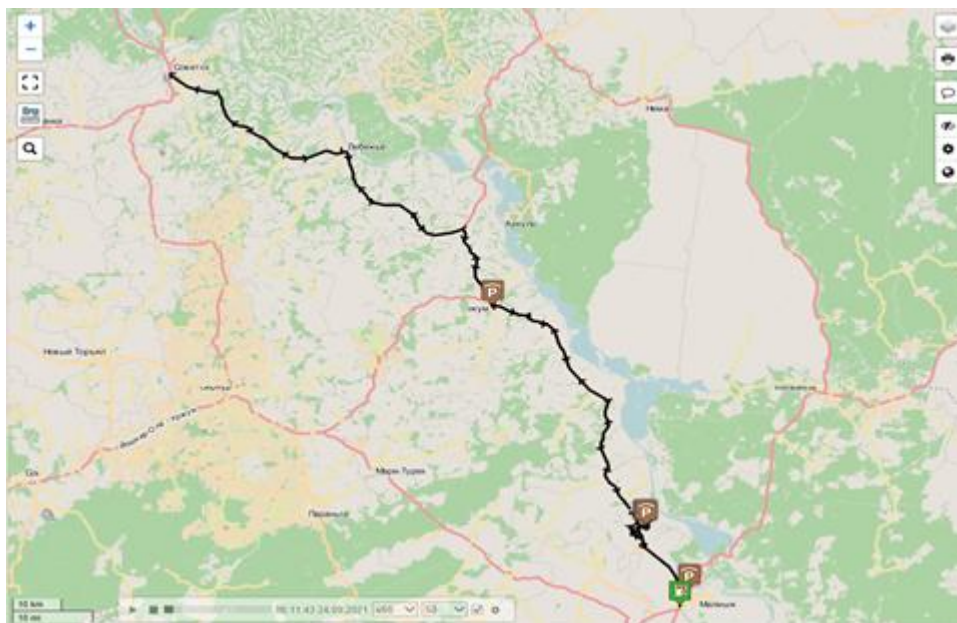
Оборудование ГЛОНАСС последнего поколения также позволяет фиксировать включенный свет фар, пристегнутый ремень безопасности, зоны ограничения скорости, дорожные знаки и оповещать водителя.

Новейшие технологии позволяют контролировать усталость водителя, проводить удаленные предрейсовые и послерейсовые медосмотры - установленная камера в салоне реагирует на положение глаз и головы человека, при наличии отклонений оповещает диспетчерский пункт или подает звуковой сигнал водителю. Диспетчер имеет возможность провести фотофиксацию внутри и за пределами транспортного средства.

Комплекс оборудования также имеет в составе тревожную кнопку для экстренной связи с диспетчерским пунктом или экстренными службами.

В крупных логистических компаниях при самостоятельном внедрении системы ГЛОНАСС возникает ряд проблемных вопросов:

- Необходимость укомплектования штата опытных и профессиональных сотрудников в области эксплуатации спутниковой навигации и систем телематики;
- Оптимальный выбор оборудования, с учетом будущих потребностей и развития компании;
- Наличие профессионального персонала в области ремонта и настройки оборудования;
- Наличие дополнительных затрат на содержание web сервера внутри компании.



**Рис.4. Пример трека перемещения транспортного средства**

### *Библиографический список*

1. ГЛОНАСС [Электронный источник доступа] - <https://ru.wikipedia.org> .
2. Нормы расхода топлива для специальной техники (Распоряжение Минтранса России от 14.03.2008 N АМ-23-р (ред. от 20.09.2018) «О введении в действие методических рекомендаций "Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте»).

УДК 62.5

АКОПЯН А.Е., МЕЛЬНИКОВА Е.Ю.

## **СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ГРУЗОВОГО ТРАНСПОРТА**

Нижегородского государственного университета имени Р. Е. Алексеева

Цель работы – изучить особенности технического обслуживания и ремонта грузового транспорта.

Актуальность работы заключается в том, что любое транспортное средство должно иметь техническое обслуживание и подвергаться ремонту. Такое обслуживание подразумевает выполнение целого комплекса ремонтных, профилактических работ, объектом которых являются детали и узлы машин. Важным аспектом является техническое обслуживание грузовых машин, потому что такой грузовой транспорт постоянно испытывает большие нагрузки, и если обслуживание будет некачественным и несвоевременным, то такой транспорт может выйти из строя. Поэтому техническое обслуживание грузового транспорта - это важное



мероприятие, которое влияет на эффективность применения автомобиля, затраты на его эксплуатацию и ремонт.

Следует отметить, что техническое обслуживание грузовых автомобилей отличается от обслуживания других типов транспортных средств. У него есть свои особенности, которые должен знать каждый владелец грузовика. И здесь марка, модель и производитель автомобиля не играют роли - как отечественные, так и иностранные грузовики всех классов должны обслуживаться одинаково [2]. Поэтому в своих тезисах мы рассмотрим то, как осуществляется техническое обслуживание грузовых автомобилей без привязки к их типам, маркам и моделям. Мы укажем общие и обязательные для всех типов грузового транспорта принципы технического обслуживания.

Важно подчеркнуть, что периодичность технического обслуживания грузового транспорта является обязательной, поэтому ее необходимо соблюдать при эксплуатации грузовых автомобилей. В частности, в России сегодня действует стандарт ГОСТ 21624-81 «Система технического обслуживания и ремонта автомобильной техники. Требования к эксплуатационной технологичности и ремонтпригодности изделий», который среди прочего устанавливает сроки проведения ТО, а также прописывает ряд требований к конструкции автомобилей и проведению их технического обслуживания. Такой стандарт, однако, не запрещает производителям грузового транспорта устанавливать свои сроки ТО. Но практика показывает, что соблюдение данного стандарта достаточно для эффективной и долгосрочной эксплуатации грузового транспорта.

Обслуживание грузового транспорта имеет три типа периодичности [1].

1. Ежедневное ТО - проводится каждые сутки.
2. Первое ТО – проводится после 4000 км пробега.
3. Второе ТО – проводится после 16000 км пробега.

Сразу нужно отметить, что стандарт не определяет периодичность обслуживания, которое должно проводиться в период обкатки автомобиля – здесь за все отвечает производитель. Однако для грузовых автомобилей обкатка длится в среднем 1000 км, причем многие производители при достижении такого пробега рекомендуют произвести замену моторного, а иногда и трансмиссионного масла.

Еще существует сезонное ТО, которое актуально для России. Такое обслуживание проводится раз в шесть месяцев, весной и осенью [3].

Каждому типу ТО грузового транспорта соответствует определенный набор работ.

В случае ежедневного ТО осуществляется осмотр грузового транспорта на предмет целостности отдельных механизмов и на наличие поломок, проверяется работоспособность тормозной системы, осветительных приборов и других механизмов, измеряется давление в шинах, а также осуществляется мойка грузового транспорта и его заправка (при необходимости). То есть ежедневное обслуживание направлено на то, чтобы грузовой транспорт без каких-либо проблем вышел в рейс и выполнил поставленные задачи.

При проведении первого ТО грузовой транспорт изучается на наличие возможных поломок и сохранения целостности механизмов, также при данном ТО необходимо провести регулировку различных механизмов грузового транспорта – рулевого управления, привода сцепления, свободного хода педали тормоза и других. Наконец, при ТО-1 осуществляется смазка требующих того узлов, агрегатов и механизмов. Смазочные работы проводятся согласно карте, которая должна иметься в грузовом автомобиле или в сервисе официального дилера.

При ТО-2 проводятся такие же работы, как и при ТО-1, но еще и осуществляются дополнительные мероприятия. Происходит замена моторного масла, осуществляется ремонт тех узлов, которые при ТО-1 подвергались только смазке и регулировке.

Мероприятия сезонного ТО грузового транспорта зависят от времени года. Если ТО осуществляется осенью, то грузовой транспорт готовят к холодному времени года. Для этого в систему охлаждения заливается антифриз (хотя в большинстве современных грузовых автомобилей вода уже практически не используется), в бачок омывателя – незамерзающая

жидкость, а в двигатель – масло пониженной вязкости (хотя это требуется далеко не всегда). Также обязательно проверяется и при необходимости корректируется плотность электролита аккумуляторов. Наконец, осенью необходимо слить конденсат из ресиверов пневмосистемы и заменить осушители (в дальнейшем, при наступлении мороза, слив конденсата рекомендуется проводить не реже раза в неделю). Весной число работ по ТО грузового транспорта меньше, потому что в теплое время года эксплуатация осуществляется гораздо легче.

В результате анализа данной темы следует указать на то, что технологическое обслуживание грузового транспорта должно быть регулярным, а ремонтные работы должны проводиться своевременно. В течение года обычно проводится несколько раз ТО. В России обычно грузовики проходят два-три раза ТО-2 в год.

### ***Библиографический список***

1. **Виноградова, С. Н.** Транспортное обслуживание / С.Н. Виноградова, Н.Г. Петухова. - М.: Вышэйшая школа, 2015. - 224 с.
2. **Асаул, А.Н.** Оценка машин, оборудования и транспортных средств / А.Н. Асаул и др. - М.: Гуманитика, 2013. - 296 с.
3. **Плужников, К. И.** Транспортное экспедирование / К.И. Плужников. - М.: РосКонсульт, 2014. - 574 с.

УДК 629

АНТОНОВ И.С., БЕРДНИКОВ Л.А., КОРЧАЖКИН М.Г.

## **ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ АДГЕЗИИ ПВБ-ПЛЕНКИ НА КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМОБИЛЬНОГО СТЕКЛА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева.

Стекло обладает сочетанием свойств, не имеющих аналогов среди других материалов. Высокая твердость, достойная механическая прочность, химическая инертность, дешевизна. Но главное – стекло прозрачно. Основной его недостаток – хрупкость. Все уникальные свойства стекла обусловлены тем, что это особый аморфный материал, при охлаждении переходящий из жидкого состояния в твердое, минуя стадию кристаллизации.

Трудно представить автомобильную индустрию без широчайшего применения стеклянных элементов кузова. При этом наряду с обеспечением обзорности детали остекления автомобиля в последние годы все чаще являются конструктивными изделиями, повышающими прочность и жесткость кузова.

Известно, что когда разбивается обычное стекло, оно разлетается на острые, иногда длинные осколки, способные нанести серьезные травмы водителю и пассажирам. Ни о какой безопасности в таком случае и речи быть не может.

Специально для автомобилей было создано ветровое многослойное стекло – триплекс. Безопасность стекла этого типа обеспечивается конструкцией «сэндвич» с одним или несколькими слоями из пластмассы между двумя или более листами стекол. Пластмассовые прослойки из виниловых пленок или акриловых продуктов образуют неразъемное соединение со стеклами при высокой температуре под давлением. Такое многослойное стекло растрескивается без образования осколков даже в случае сильного удара.

Для создания триплекса используется ПВБ-пленка со специально заданной степенью адгезии, она применяется тогда, когда выдвигаются высокие требования к безопасному стеклу в плане надежности от проникновения осколков в салон автомобиля. К таким стеклам предъявляются следующие требования по характеру разлома при испытании на удар (рис. 1):

- никаких рваных осколков при разбивании стекла

- никакого проникновения предметов при ударе.

Т.е. степень адгезии может быть уменьшена только до тех пор, пока изделие будет квалифицироваться как безопасное стекло. Водитель не должен беспокоиться, что он поранится осколками стекла, если в ветровое стекло попадет камень. При попадании в стекло крупного предмета в большинстве случаев в стандартных конструкциях разбиваются оба стекла, и появляется рисунок, похожий на паутину, с концентрическими трещинами вокруг центра удара и радиальными трещинами от центра внутрь стекла.

От удара стекла образуются мелкие осколки, прилипающие к пленке, именно поэтому опасность ранения ими незначительна. Триплекс эластично деформируется в зависимости от интенсивности удара. Деформация происходит при условии, что пленка не повреждается острыми краями стекла, а отделяется от него благодаря пониженной степени адгезии. Благодаря своей эластичности, пленка может растягиваться; триплекс в определенных масштабах эластично деформируется. Данная отличительная особенность объясняет также требование, предъявляемое к пленке для производства триплекса, которая должна проявлять необходимую эластичность в большом температурном диапазоне и не должна трескаться по причине хрупкости при низких минусовых температурах.

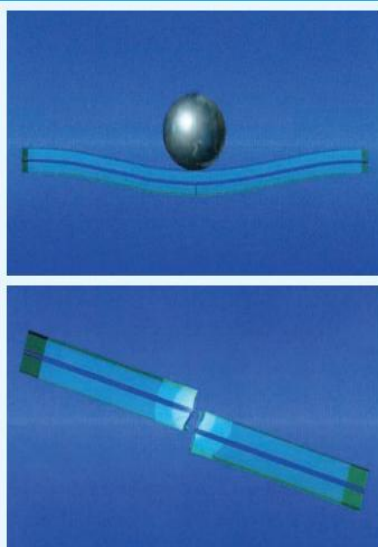
Так как влагосодержание ПВБ-пленки не может быть сколь угодно высоким, то для понижения степени адгезии прибегают не только к воде. Для изменения уровня адгезии можно в небольших масштабах изменять также содержание поливинилового спирта, так как он вместе с выбранным пластификатором, в зависимости от его вида и количества, определяет механические свойства пленки. Поэтому при изготовлении пленок для транспортных средств в качестве добавок используют вещества, регулирующие степень адгезии.

Отдельные необработанные стекла для изготовления плоских многослойных стекол нарезаются на окончательные размеры. При этом необходимо обратить внимание на то, чтобы стекло было разрезано аккуратно, так как даже микротрещины на кромке стекла могут стать причиной разлома стекла в процессе ламинирования. Если количество дефектов увеличивается, то необходимо проверить инструмент для резки стекла и качество стекла. Так как готовый триплекс в дальнейшем согнуть невозможно, то при изготовлении гнутого стекла заготовки стекла необходимо гнуть попарно перед процессом ламинирования. Для этого из плоского необработанного стекла вырезается стекло необходимой формы. Необходимо учитывать, что внутреннее и наружное стекла имеют различный формат. После резки до нужного формата, которая осуществляется автоматическими установками или вручную с помощью шаблонов, кромки стекол обрабатываются на крестовом шлифовальном станке или шлифуются алмазным шлифовальным кругом.

Затем стекла затем подвергаются очистке в моечной установке для плоского стекла. Современные установки для мойки стекла, имеющие как правило, горизонтальный принцип работы, оборудованы вращающимися щетками и чистят безупречно поверхность стекла без применения моющих средств. Так как качество промывочной воды и чистота поверхности стекла существенно влияют на адгезию ПВБ-пленки к стеклу, то при последнем цикле мойки следует использовать дистиллированную воду  $\leq 20 \mu\text{S}$  (по возможности  $\leq 5 \mu\text{S}$ ). Влияние проводимости промывочной воды на адгезию пленки иллюстрирует следующий график (рис. 3). Согласно данному примеру, при проводимости воды в  $150 \mu\text{S}$  адгезия ПВБ-пленки к стеклу уменьшается в два раза.

Вода из природных источников содержит, как правило, в определенных количествах растворенные соли. При этом в ней содержатся преимущественно так называемые «повышающие жесткость» ионы щелочноземельных металлов, такие как  $\text{Ca}^{++}$  и  $\text{Mg}^{++}$ , наряду с такими ионами щелочи, например, как  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ , содержащимся в незначительной концентрации. Первые обуславливают сильное снижение адгезии уже при содержании в незначительных концентрациях, в то время как ионы щелочи (здесь: хлориды) не оказывают ощутимого влияния на адгезию (рис. 4).

ХАРАКТЕР РАЗЛОМА СТЕКЛА С ПВБ-ПЛЕНКОЙ  
С ВЫСОКОЙ СТЕПЕНЬЮ АДГЕЗИИ ПРИ  
ОПТИМАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ ОСКОЛКОВ



ХАРАКТЕР РАЗЛОМА СТЕКЛА С ПВБ-ПЛЕНКОЙ  
СО СПЕЦИАЛЬНО ПОНИЖЕННОЙ СТЕПЕНЬЮ  
АДГЕЗИИ

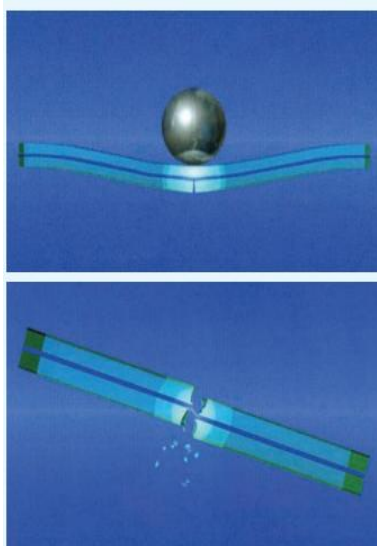


Рис.1. Характеры излома стекла



Рис.2. Образование трещин вокруг центра удара

ВЛИЯНИЕ ПРОВОДИМОСТИ ПРОМЫВОЧНОЙ  
ВОДЫ НА АДГЕЗИЮ СТЕКЛА

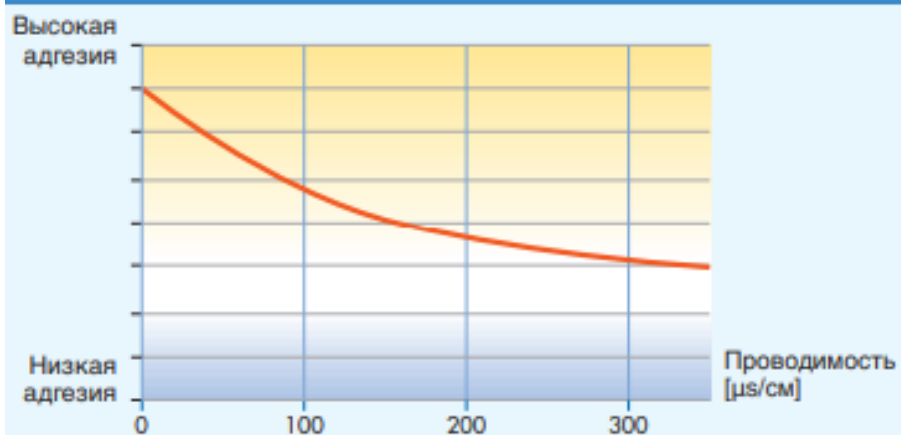
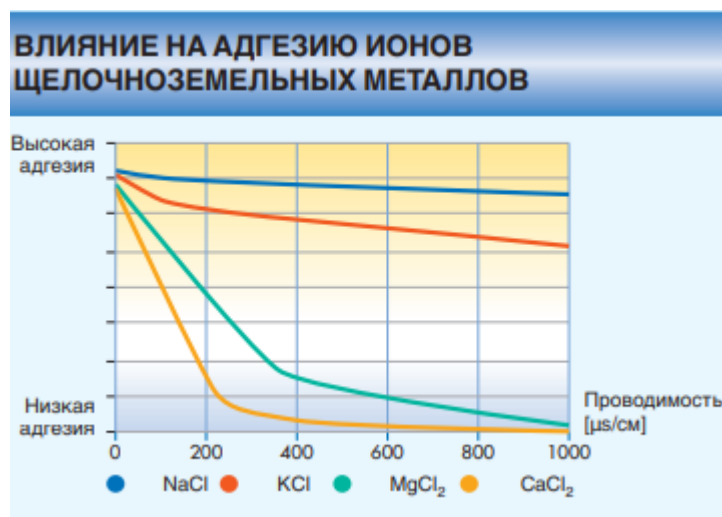


Рис.3. Особенности влияния проводимости промывочной воды на адгезию стекла



**Рис.4. Особенности влияния щелочноземельных металлов на адгезию стекла**

На практике удаление ионов необходимо осуществлять способом дистилляции воды или при помощи обратного осмоса. При смешивании дистиллированной воды с природной, перед процессом мойки или во время его очень важен контроль жесткости воды или специфической электропроводности.

#### *Библиографический список*

1. ISO 9001. Международный стандарт качества.
2. ISO 3538. Методы испытаний оптических свойств.
3. ISO 3537. Методы испытания механических свойств.
4. ISO 3917. Методы испытаний на стойкость к излучению и высокой температуре.
5. ГОСТ Р 41.43-99. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения безопасности стекол и стекловых материалов.
6. IATF 16949 – основной стандарт соответствий.

УДК 621.113

БАКЛАНОВ Д.Д., ЗАХАРОВА Т.Э, ГОНЧАРОВ К.О.

#### **ПОВЫШЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПЕРЕКРЕСТКА «ул. ВАНЕЕВА – ул. АГРОНОМИЧЕСКАЯ»**

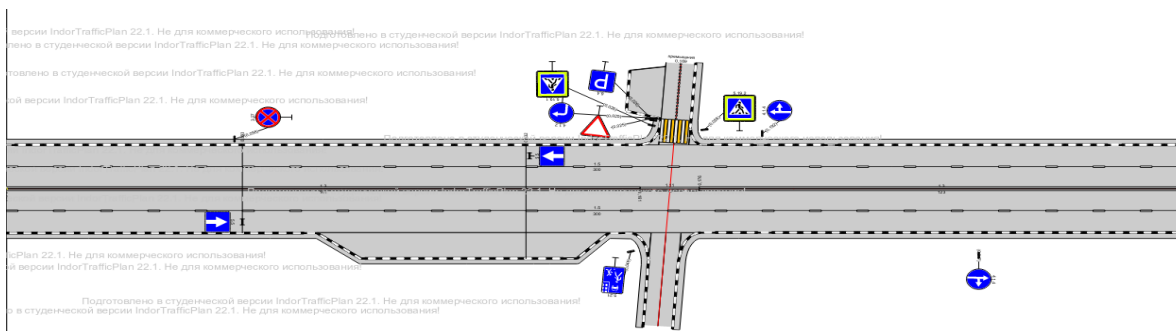
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В Нижнем Новгороде с каждым годом растет число автомобилей, вследствие чего увеличивается нагрузка на дорожную сеть. В целях повышения пропускной способности дорог и повышения безопасности дорожного движения применяются следующие меры:

- реконструкция, расширение дороги или строительство новой;
- изменение транспортной схемы движения;
- установка и регулировка светофорных объектов, дорожных знаков.

Объектом исследования для определения способов повышения пропускной способности является перекресток ул. Ванеева - ул. Агрономическая в связи с высокой нагрузкой, высокой интенсивностью и большими задержками транспорта на этом перекрестке. Улица Ванеева представляет собой дорогу категории В, связывает Нижегородский и Советский районы города, улица Агрономическая – автодорога второй категории.

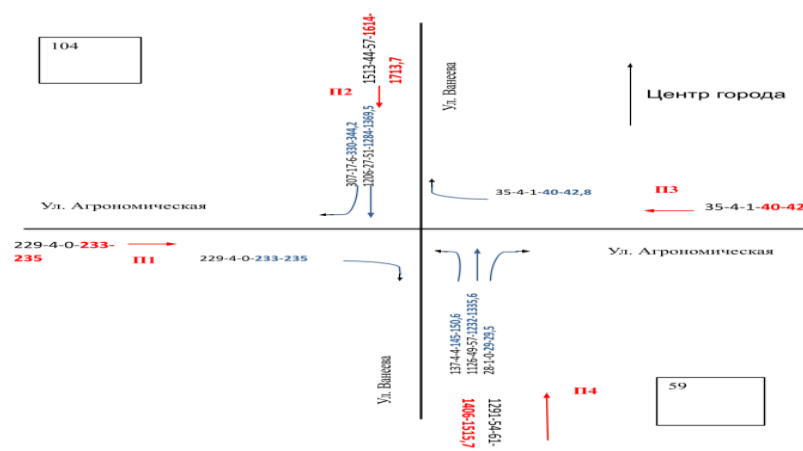
В сентябре 2021 г. были проведены натурные исследования, которые состояли в определении интенсивности дорожного движения, а также состава потока, в часы пик утром с 8:00 до 9:00, и в часы пик вечером с 18:00 до 19:00. Для фиксации потока использовалась видеокамера со штативом. Далее путем подсчета определялось количество автомобилей каждого типа с записанного видеоматериала. По результатам исследования была построена модель перекрестка в программе IndorTrafficPlan (рис. 1), а также определена на четырех подходах к перекрестку интенсивность и приведенная интенсивность движения транспортных средств, проезжающего по участку дороги в единицу времени.



**Рис. 1. Модель перекрестка ул. Ванеева - ул. Агрономическая (Нижегород) в IndorTrafficPlan**

Для наглядности были построены две картограммы перекрестка с направлениями и указанной приведенной интенсивностью движения транспортных средств. Пример картограммы для вечернего часа-пик показан на рис. 2.

Анализ результатов обследования показал, что подходы П2 и П4 являются перегруженными по сравнению с иными направлениями, что в свою очередь объясняется высокой интенсивностью движения из центра города на периферию в вечерние часы-пик. Для оптимизации дорожного движения на участке улицы Ванеева от пересечения с улицей Белинского до пересечения с улицей Суслова, необходимо рассмотреть всю совокупность перекрестков, влияющих на дорожно-транспортную ситуацию. В настоящий момент проводится исследование перекрестков ул. Ванеева - ул. Агрономическая, ул. Ванеева - ул. Канашская. В целях определения наиболее эффективных и наиболее экономически целесообразных путей повышения пропускной способности используется способ имитационного моделирования и проверки сценариев развития дорожной инфраструктуры.



**Рис. 2. Картограмма распределения интенсивности движения на пересечении ул. Ванеева - ул. Агрономическая (Нижегород) – 08.09.2021, среда 18:00 - 19:00**

	П1	П2	П3	П4	Всего
Легковые	141	1231	103	1648	3123
Грузовые	5	46	4	35	90
Автобусы	4	69	2	72	147
ФЕ	150	1346	109	1755	3360
ПЕ	156,3	1466,5	112,6	1878,5	3613,9

Рис. 3. Утро

	П1	П2	П3	П4	Всего
Легковые	229	1513	35	1291	3068
Грузовые	4	44	4	54	106
Автобусы	0	57	1	61	119
ФЕ	233	1614	40	1406	3293
ПЕ	235	1713,7	42,8	1515,7	3507,2

Рис. 4. Вечер

### Библиографический список

1. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293787/4293787897.pdf>
2. Создание проектов организации дорожного движения в IndorTracPlan. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.indorsoft.ru/download/distribs/IndorTrafficPlan/>

УДК 656.016

БАРАНОВ Д.Е., БЕРДНИКОВ Л.А., КОРЧАЖКИН М.Г.

## ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ИННОВАЦИИ В СОВРЕМЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ И РАЗЛИЧНЫЕ АСПЕКТЫ ИХ ВНЕДРЕНИЯ

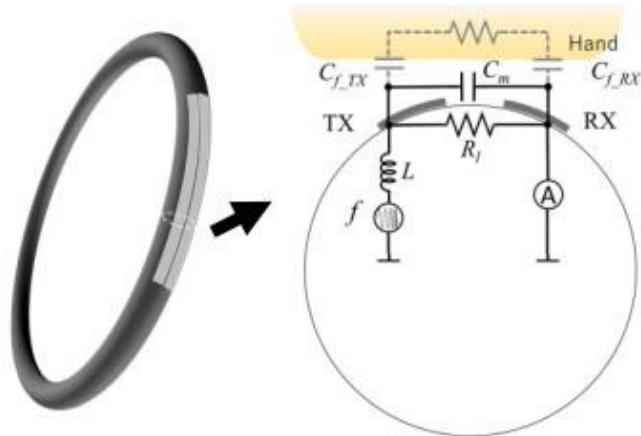
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Автомобили XXI века проектируются заведомо на основе передовых высоких технологий, и в первую очередь внедряются именно в сегмент среднего класса, как ориентированный на аудиторию с широкими потребностями. Некоторые компании, такие как Mercedes, занимаются целенаправленным обновлением своих успешных марок. В ее случае обновлению под требования высокотехнологичности подверглась серия E-класс, поскольку начальная концепция данной серии всегда ориентировалась на передовые технологии. В данной статье разбираются преимущественно новшества, требующие кардинальной или хотя бы значительной технологической переориентации сервиса обслуживания автомобилей с учетом требований экономичности, скорости, надежности, долговечности и целенаправленности в обслуживании современного высокотехнологичного автомобиля. Основная часть исследования сосредоточена на инновационной рулевой системе автомобилей серии Mercedes E-класс.

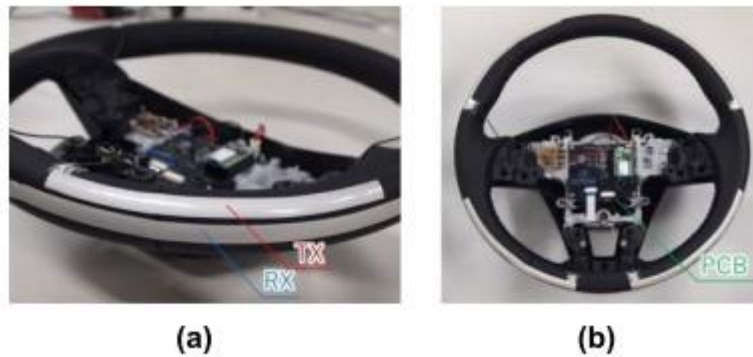
В серию автомобилей Mercedes E-класс в настоящее время внедряется одна из самых перспективных современных инноваций – интеллектуальное рулевое колесо, определяющее положение водителя, площадь захвата руля и расстояние человека от системы управления автомобилем. Технология работает за счет измерения резонансной частоты, электрического сопротивления человеческого тела и величины сопротивления в цепи LCR. За счет этого обеспечивается высокая чувствительность, позволяющая интеллектуальной системе оценить расстояние от рулевой системы до рук водителя. Способности системы обеспечивают функцию обнаружения сонливости водителя и остановки автомобиля, а также коррекцию общих параметров безопасного вождения. Визуальный схематический пример такой сенсорной технологии показан на рисунке 1.

Как видно на рис. 1, на рулевом колесе установлены покрытые тонким слоем изолятора электроды, рядом показана их эквивалентная схема. Электроды предназначены для вычисления электрической емкости и сопротивления кожи.

На рис. 2 представлена фотография руля автомобиля, оснащенного встроенной частотной разверткой сенсорной системы.



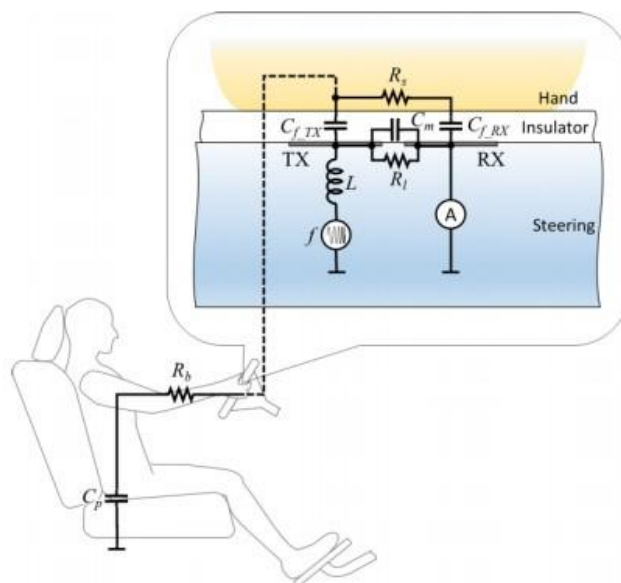
**Рис. 1. Схематический вид датчика рулевого управления и базового аналога схемы сенсорной системы**



**Рис. 2. Фотография рулевого колеса с сенсорной системой**

На рис. 2 а, в сенсорной системе заметен один электрод-приемник (RX – receiver) и четыре электрода-передатчика (TX – transmitters). Электроды изолированы тонкой токопроводящей лентой из уретановой пленки, серебристой пасты и клея. Размер электродов – 1 см, зазор между ними – 2 мм. На рис. 2 б видна специальная печатная плата (PCB).

Схема работы всей системы «руль-человек» показана на рисунке 3.



**Рис. 3. Эквивалентная схема сенсорной панели при рулевом управлении**



Как видно на рис. 3, тело человека имеет сопротивление  $R_b$ , оно связано с землей емкостью  $C_p$ , которая является достаточной, с учетом большой поверхности тела человека.

Общая схема связи рулевой системы с компьютерной системой показана на рис. 4.

При контакте с руками синусоидальное напряжение от тела человека последовательно поступает с приемника (Rx) на передатчик (Tx). Далее напряжение передается на программируемый генератор сигналов с частотной разверткой, работающей на частоте 1–3 МГц (Wave Generator). Аналоговый мультимплексор  $\mu\text{Mux}$  сканирует поступающую частоту и уменьшает влияние «паразитной» емкости в системе. Синусоидальный ток (от Rx) преобразуется через усилитель (I/V), его амплитуда регистрируется специальным детектором (Envelope Defector). Общие данные о токе и напряжении считываются генератором сигналов (аналого-цифровым преобразователем A/D), который в реальном времени передает данные в микрокомпьютер через Bluetooth-передатчик.

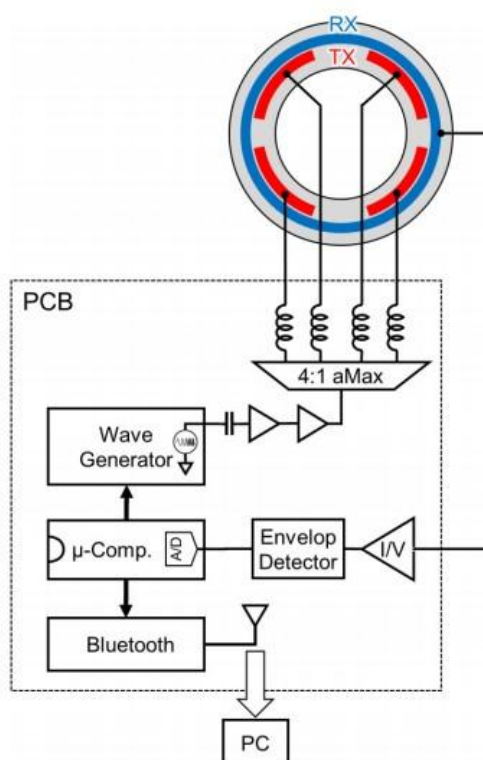


Рис.4. Блок-схема сенсорной системы

Внешний вид рулевого колеса представлена на рис. 5.



Рис. 5. Концептуальный вид нового рулевого колеса с сенсорной системой

Суть новой системы рулевого управления состоит в повышении безопасности и удобства вождения за счет активной работы интеллектуальной системы автомобиля. Так, система, взаимодействуя тактильно с телом (руками) человека, способна определять уровень стресса водителя. Сопоставляя данные со скоростью вождения, автомобиль может снизить скорость езды и сэкономить на топливе, а также цветовым сигналом на руле сообщить об уровне опасности. Встроенные кнопки в данном примере также предназначены для того, чтобы водитель при управлении не совершал лишних движений [9].

Проведенные в настоящее время исследования указывают на то, что сенсорно-емкостная и другие интеллектуальные системы (биометрия, электроэнцефалография, электрокардиография, электроокулография и др.) позволяют значительно снизить число дорожных происшествий. Например, известна статистика, согласно которой в Великобритании 20% всех ДТП связано именно с сонливостью водителя. Наиболее перспективной в этом плане кажется биометрическая интеллектуальная система, которая в исследовании [5] дает результат точности распознавания сонливости (зевания) в 94,63%. Предложенная исследователями система работает по методу сопоставления отдельных геометрических участков лица, в сравнении с обычным состоянием лица водителя. Также такая система распознает усталость по прикосновению руки к лицу в состоянии зевания и, по утверждению исследователей, работа биометрии не зависит от уровня освещенности, что позволяет использовать ее в реальной дорожной ситуации.

Другие авторы [7] изучали биометрическую систему анализа дыхания, выявляющую уровень сонливости водителя с помощью тепловизора. По словам авторов, данный метод повышения безопасности вождения с помощью высоких технологий имеет большую перспективу и может широко использоваться в автомобильном транспорте. Биометрическая система анализа дыхания позволяет обнаружить сонливость водителя даже при слабо выраженных признаках усталости за счет выявления частоты дыхания (числа вдохов в минуту) и пульса.

Данная система работает за счет анализа отдельного участка кадра (зоны ноздрей) и сравнительного измерения температуры этого участка во времени. В частности, учитывалось, что самая теплая область лица – участок между внутренними уголками глаз и носом (вокруг глаз), где сконцентрировано большое число капилляров. Нижняя часть носа (ноздри) наоборот, имеют самую низкую температуру на лице, поскольку здесь мало капилляров и большая площадь теплоотводящей поверхности. Выявление динамики температуры интеллектуальной системой осуществляется за счет разбиения участка лица на пиксели. В практическом плане для внедрения в автомобили биометрическая система также требует одновременного использования тепловизора (анализ сонливости), камеры ночного видения (анализ лица) и датчиков частотой 0,2 Гц, необходимых для определения температуры и влажности окружающей среды.

В настоящее время распространение получает прежде всего сенсорно-емкостная технология. Например, она рассматривается как большая перспектива в компании Mercedes, планируется ее внедрение в автомобили класса-Е в начале 2020-х гг. Компания официально объявила, что все системы рулевого управления в новых автомобилях Е-класса будут построены на основе емкостных и сенсорных технологий. По словам представителей компании, в новых моделях будут использоваться три новых вида руля на базе систем сенсорного управления, что подразумевает использование полноценностей системы емкостного-сенсорного управления, с полным отсутствием механических переключателей и кнопок.

Среди подобных нововведений в серию автомобилей Mercedes Е-класса сейчас внедряются специальные микродатчики, размещаемые в ободке рулевого колеса на основе общей сенсорной системы правления. Цель такой системы в первую очередь направлена на устранение текущих проблем с полуавтоматической системой управления автомобилем. Это становится очевидным и ввиду того, что к технологии полуавтоматического управления проявляют активный интерес и другие фирмы, например, Cadillac [1]. Также Mercedes планирует

внедрять полуавтоматические технологии в своих автомобилях А-класса, не исключено, что сенсорные технологии рулевого управления в перспективе дойдут и до них [2].

В этом ключе становится понятной актуальность проводимой Mercedes политики в оптимизации гибкости фирменных ремонтных сервисов, с недавнего времени разделенных на А- и В-классы (никак не зависящие от классов автомобилей) [10]. Подразумевается, что внедрение услуги А-класса будет зависеть от условной «интенсивности» и «частоты» пользования транспортным средством, то есть, в основном от давности пользования автомобилем. Услуги В-класса ориентированы преимущественно на обслуживание более новых автомобилей, и включают небольшой ремонт и проверку отдельных систем автомобиля. На взгляд автора, именно услуги В-класса в дальнейшем будет включать детальную проверку сенсорных емкостных и информационных систем автомобилей, поскольку успешное внедрение этой инновации возможно только за счет обеспечения некоторых требований к ним. Во-первых, успех возможен ввиду обеспечения относительной дешевизны в использовании новых автомобилей. Во-вторых, инновационные автомобильные системы нуждаются в многолетней тщательной проверке на исправность и безопасность в эксплуатации. В-третьих, ремонтный сервис В-класса от Mercedes будет как нельзя лучше обеспечивать обеспечение критериев экономичности, безопасности, технологичности и удобства при новых сенсорно-емкостных технологиях в рулевом управлении автомобилями Е-класса, как автомобилями среднего класса, являющимися основной сферой для автомобильных инноваций. Услуги А-класса, похоже, будут со временем смещаться на обслуживание относительно изношенных автомобилей, выполненных по первым сенсорно-емкостным технологиями рулевого управления, таким, которые внедряются сейчас в первые подобные высокотехнологичные автомобили Е-класса.

На основании проанализированной информации можно сделать вывод о том, что одним из основных практических вопросов во внедрении подобных технологий в автомобили 2020-х гг., вероятно, будет переоснащение текущих автомобильных сервисов. Прежде всего актуальным, с точки зрения автора, будет не технологический, а организационный аспект вопроса, поскольку от скорости диагностики системы будет во многом зависеть качество сервиса и успех внедрения данной инновации в автомобили среднего класса. Неизвестным пока что остается вопрос о организации диагностики автомобиля при текущих методах ремонта, когда осмотр и диагностика разделены по системам автомобиля. В будущем, системы автомобиля станут все более тесно взаимосвязаны электронной системой датчиков, что явно потребует пересмотра организационного и методического подхода к диагностике автомобиля [3, 4] Особой проблемой, требующей устранения в сервисном обслуживании, также будет предупреждение помех и случайного включения систем датчиков при диагностике автомобиля. В частности, сейчас этот фактор отмечается как один из недостатков полуавтоматических и сенсорных систем, существующих на некоторых автомобилях [6].

Таким образом, анализ современного состояния процесса внедрения высоких технологий в автомобили среднего класса на примере Е-класса от Mercedes позволяет заключить, что основная динамика инноваций в автомобильной сфере сейчас задается комплексными технологическими требованиями к обеспечению эффективности, безопасности, надежности и долговечности внедряемых технологий. Этим объясняется, почему среди разработанных инноваций, рассмотренных в данном исследовании, внедряются пока что только уже в определенной мере «проверенные» технологии сенсорно-емкостного рулевого управления. Очевидно, что процесс инновационного развития автомобильной отрасли во многом также зависит от координированного взаимодействия между сервисным и ремонтным обслуживанием новых автомобильных технологий и конструкторскими организациями, связь между которыми определяет обеспечение эффективности в общем практическом использовании новых автомобильных средств XXI века.

### *Библиографический список*

1. Все модели Cadillac получают полуавтономные системы управления к 2020 году. [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://carsweek.ru/news/News\\_in\\_the\\_world/500444/](https://carsweek.ru/news/News_in_the_world/500444/), свободный (05.01.21).
2. Новый Mercedes-Benz A-Class получит полуавтономную систему управления. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.autonews.ru/news/593a49289a794784cb29f87f>, свободный (05.01.21).
3. Основы автосервиса: краткий курс лекций для студентов IV курса направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» / Сост.: И. Ю. Тюрин // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – С.44.
4. Системы, технологии и организация услуг в автомобильном сервисе : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / А. Н. Ременцов, Ю. Н. Фролов, В. П. Воронов и др. ; под ред. А. Н. Ременцова, Ю. Н. Фролова. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – С. 155.
5. Analysis of yawning behaviour in spontaneous expressions of drowsy drivers / Z. Jie, M. Mahmoud, Q. Stafford-Fraser, P. Robinson, E. Dias, L. Skyrpchuk. – 2018 13th IEEE International Conference on Automatic Face & Gesture Recognition (FG 2018).
6. **Bragman A.** 2021 Mercedes-Benz E-Class' Touch-Sensitive Steering Wheel Could be a Touchy Subject. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.cars.com/articles/2021-mercedes-benz-e-class-touch-sensitive-steering-wheel-could-be-a-touchy-subject-421454/>, свободный (06.01.21).
7. Monitoring the Variation in Driver Respiration Rate from Wakefulness to Drowsiness: A Non-Intrusive Method for Drowsiness Detection Using Thermal Imaging // S. Ebrahimian, A. Nahvi, A. Homayounfard, H. Bakhoda. – J Sleep Sci, 2018. – № 3 (1-2). – P. 1-9.
8. Smart Steering Wheel with Swept Frequency Capacitive Sensing / Y. Ono, Y. Morimoto, R. Hattori, M. Watanabe, N. Michida, K. Nishikawa. – IEICE Trans. ELECTRON, 2017. – Vol. E 100. – 972-977. [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://pdfs.semanticscholar.org/299d/6478cf4126537c721c5c488b33ac9d95292e.pdf?\\_ga=2.88638747.1281294921.1609930592-1882025150.1609686763](https://pdfs.semanticscholar.org/299d/6478cf4126537c721c5c488b33ac9d95292e.pdf?_ga=2.88638747.1281294921.1609930592-1882025150.1609686763), свободный (06.01.21).
9. The Smart Steering Wheel Cover: Motivating Safe and Efficient Driving / A. P.O.S. Vermeeren, E. Ibragimova, N. Mueller, P. Vink. – Conference: CHI'15 At: Seoul, Republic of Korea Volume: Extended Abstracts, 2015.
10. What's the Difference Between Mercedes-Benz Service A and B? [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.mbloveland.com/blogs/747/mercedes-benz-service/whats-the-difference-between-mercedes-benz-service-a-and-b/>, свободный (06.01.21).

УДК 629. 113

БОРИСОВ П.А., БЕРДНИКОВ Л.А., РОЧЕВ Л.С.

### **СРАВНЕНИЕ ГАЗОВОГО И БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ ГАЗ -33021**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

У бензина есть ряд преимуществ, таких как недорогое обслуживание автомобиля, а именно ДВС, легкий запуск в мороз (ЗМЗ 402-406, УМЗ-4216). Минусы у этих двигателей тоже есть, такие как плохая тяга и стоимость самого бензина при расходе в 15-17 литров. Стоимость перевозки сразу возрастает и при большой конкуренции бензиновый двигатель выпадает из конкурентов.

Следующий на очереди у нас газ: плюсы дешевизны и надежности остаются такие же, как у бензинового двигателя, т.к. газ в основном устанавливают именно на эти двигателя (например, Эвотэк УМЗ А-275). Еще один из плюсов — это цена на топливо. Газ всегда стоил в два раза дешевле, чем бензин АИ-92. Однако газ очень опасен и если за ним не следить, то это может привести к серьезным последствиям. Ещё один из минусов — это цена установки и долгий процесс ее оформления в ГИБДД.

Теперь сравним два типа двигателя.

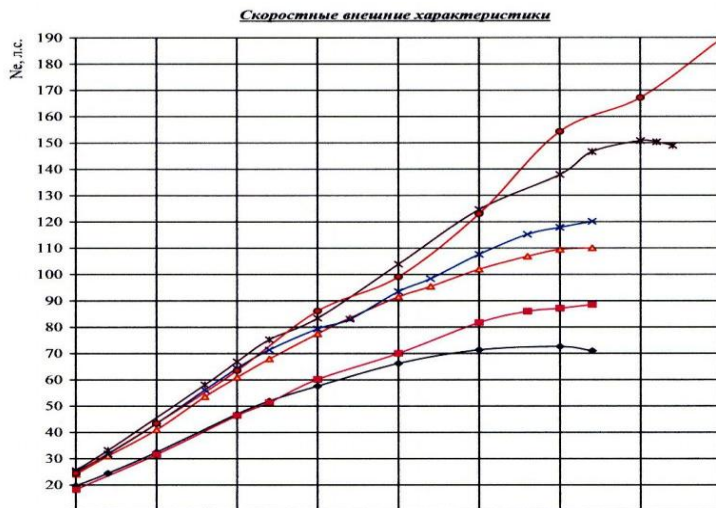


Рис.1. Скоростные внешние характеристики

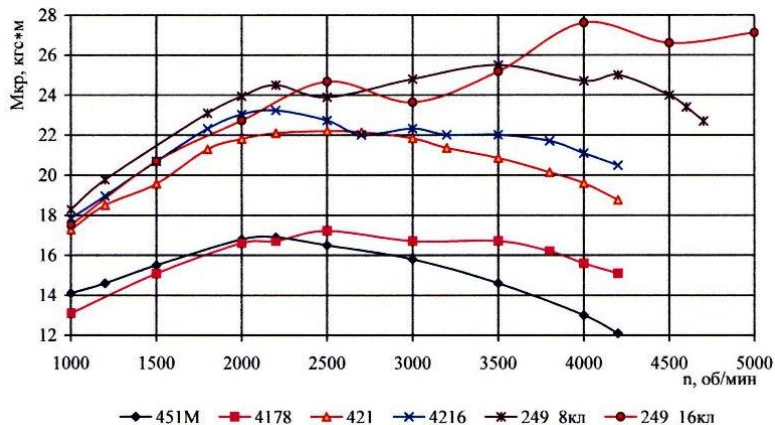


Рис.2. Скоростные внешние характеристики

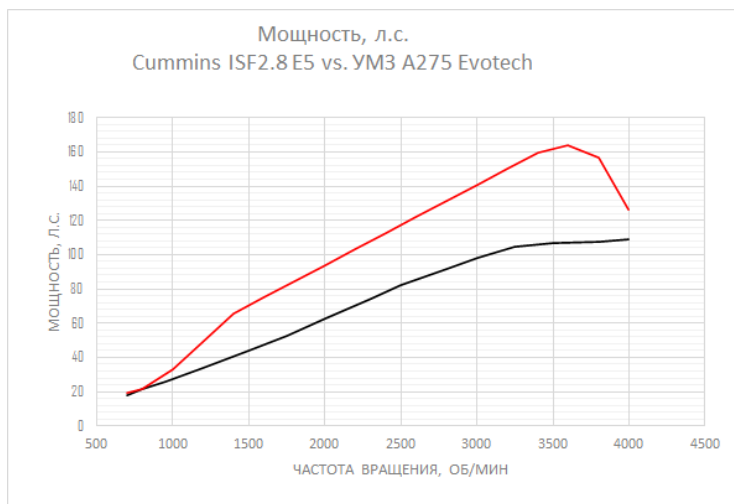


Рис.3. Сравнение двух ВСХ

**Таблица 1****Стоимость некоторых конструктивных элементов**

	Сам двигатель в сборе	Головка блока	Коленчатый вал	Распределительный вал	Поршни (за 4 шт.)
УМЗ-4216(бензин)	186200 руб.	18400 руб.	17500 руб.	3440 руб.	3050 руб.
Эвотек А-275(газ)	196900 руб.	22400 руб.	17500 руб.	3550 руб.	4200 руб.

Расход горючего на газе (Эвотек А-275) в городском режиме составляет 10,5 литров на 100 км, по трассе-8,5 л. Общий расход составляет 9 л на 100 км. Производитель заявляет ресурс работы ДВС на границе 400 тыс. км. В реальности мотор нуждается в ремонте при меньшем пробеге.

На бензиновом умз-4216 расход топлива приблизительно равен 11-15 л, в зависимости от нагрузки, места движения и других обстоятельств. Ресурс двигателя составляет 250 тыс. километров. Гарантию на свои моторы УМЗ дает на три года (либо 80 тыс. км пробега).

Стоимость базовой модели Газель ГАЗ-33021:

- бензиновая – от 1273200 руб.

- газовая-от 1325000 руб.

**Библиографический список**

1. Внешняя скоростная характеристика двигателя умз-4216
2. [Электронный ресурс] - <https://avtika.ru/vneshnyaya-skorostnaya-kharakteristika-dvigatelya-umz-42164/>
3. Двигатель УМЗ-416, технические характеристики
4. [Электронный ресурс] - <https://www.drom.ru/catalog/gaz/engine/umz-4216/>
5. Сравнение мощностных характеристик двигателя Эвотек А-275 с аналогами
6. [https://cumminsmaster.ru/blog/isf28\\_vs\\_evotech\\_curves/](https://cumminsmaster.ru/blog/isf28_vs_evotech_curves/)
7. Стоимость двигателей для Газели и их конструктивных элементов
8. [Электронный ресурс] - <https://td-detali-mashin.ru/g8918490-dvigateli-umz>
9. Стоимость базового ГАЗ-33021( бензинового и газового)
10. [Электронный ресурс] - [https://agat-group.com/catalog-commercial/search/brand-gaz/body\\_type-board/engine\\_type-petrol\\_gas/?t\\_instock=1](https://agat-group.com/catalog-commercial/search/brand-gaz/body_type-board/engine_type-petrol_gas/?t_instock=1).

УДК 656.09

БОЧКАРЕВ Р.Д., БЕРДНИКОВ Л.А., РОЧЕВ Л.С.

## **ВОЗМОЖНОСТЬ И РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ КОММЕРЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА НА ПРИМЕРЕ ГАЗОН NEXT**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Горьковский автозавод анонсировал появление линейки электрических малотоннажных автомобилей еще в 2020 году и даже показал в сентябре 2021 года несколько предсерийных образцов такой техники. Тогда публике были продемонстрированы сразу три версии – маршрутное такси, автобус представительского класса и грузопассажирская модификация (GAZelle E-NN)

GAZelle E-NN 2021 модельного года оснащается синхронным электрическим мотором мощностью 136 л. с. (100 кВт), крутящий момент во всех диапазонах оборотов 310 Н\*м, полная масса автомобиля по заявлению завода ГАЗ составляет 4600 кг, масса перевозимого гру-

за 2500 кг. Батарея установлена 48,4-киловат, гарантирующей пробег 120 км, с дополнительным аккумулятором дальность хода может увеличиться до 200 км, тогда как максимальная скорость у автомобиля составит 100 км/ч. Время, необходимое на полную зарядку аккумулятора при использовании обычной бытовой розетки – 10-11 часов, но при подключении к специальной зарядной станции 80% заряда удастся восполнить всего за 30 минут.

Рассмотрим характеристики бортовых автомобилей Газель Next 4.6, GAZelle E-NN, Газон Next и вычислим возможные характеристики, которые должны быть на Газон Next на электрической тяге (далее Газон E-Next), для расчета будем рассчитывать через соотношение Газель Next 4.6 и GAZelle E-NN:

**Таблица 1**  
**Характеристики бортовых автомобилей**

Наименование	Масса без нагрузки/с нагрузкой	Мощность (кр.момент)	Запас хода (на одной заправке)	Макс. скорость	Расход топлива, л/100 км	Время заправки при идеальных условиях
Газель Next	2727 кг/ 4600 кг	139,6 л.с. (320 Н*м)	475 км	130 км/ч	8.5	5 мин
GAZelle E-NN	2100 кг/ 4600 кг	136 л.с. (310 Н*м.)	200 км	100 км/ч	-	30 мин (до 80%)
Газон Next	4625 кг/ 10000 кг	149 л.с. (490 Н*м)	370 км	110 км/ч	16	7 мин
Газон E-Next	3561 кг/ 10000 кг	145 л.с. (300 Н*м)	155 км	85 км/ч	-	42 мин (до 80%)

Так как завод ГАЗ не представил публике Газон E-Next, мы можем только предположить технические характеристики исходя из данных GAZelle E-NN.

Преимущества электромобиля:

- практически не выделяет загрязняющих веществ;
- токсинов, выбрасываемых в атмосферу при зарядке и разрядке аккумуляторов, значительно меньше;
- электромобилем легче управлять, нет коробки передач;
- электромобиль имеет меньше регулировок, не расходует много масла;
- практически тихий при езде;
- есть экономическое преимущество (примерно в 4 раза больше мощности).

Недостатки:

- много тяжелых, громоздких аккумуляторов, которые сложно разместить;
- низкий запас батареи;
- почти вся площадь занята батареями;
- в аварийных ситуациях возможно короткое замыкание силовых кабелей электромобиля, что неизбежно приводит к пожару в электромобиле (даже взрыву аккумуляторной батареи);
- неудобен при дальних поездках, так как часто требуется подзарядка аккумуляторов, при средней скорости передвижении 60 км/ч, зарядка GAZelle E-NN потребует каждые 3 часа, Газон E-Next каждые 2,5 часа.

Вывод: развитие коммерческого электротранспорта возможно при создании новых аккумуляторов, которые имели бы большую емкость при сохранении своих габаритных размеров и уменьшения веса.

### **Библиографический список**

1. Руководство по эксплуатации автомобиль «Газель NEXT» А21R22-3902010, руководитель цикла П.И. Максимов, 2017 г.
2. Руководство по эксплуатации автомобиль «Газон NEXT» А21R22-3902010, руководитель ЦКГА ООО «ОИЦ» П.И. Максимов, 2016 г.
3. Газета Gt-news, статья «Электро-Газель Е-NN 2021 года: запас хода, фото и характеристики», автор Левченко М., дата публикации 13.05.2021г.

УДК 620.93

ВЕСЕЛОВ М.В., КОРЧАЖКИН, БЕРДНИКОВ Л.А.

## **СРАВНЕНИЕ ТИПОВ ТОРМОЗНЫХ ДИСКОВ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Автомобиль это сложный механизм, который содержит в себе различные узлы и агрегаты. Каждый узел автомобиля несет свою функцию: что-то отвечает за динамику и разгон, что-то за комфорт при движении, но самой важной частью автомобиля являются его тормоза. Какой смысл в разгоне от 0 до 100 км/ч за 3 секунды, если ты не можешь быстро и безопасно остановить такой автомобиль. В связи с этим конструктора в автомобильной промышленности постоянно модернизируют тормозные системы своих автомобилей, совершенствуя тормозные системы автомобилей за счёт использования управляющей электроники: ABS, ESP, TCS, EBD, используют вместо барабанных дисковые тормоза, разрабатывают двух или четыре поршневые суппорта. Все это приводит к управляемому замедлению автомобиля и уменьшенному тормозному пути.

Со временем тормоза, как и любой другой механизм приходится обслуживать, и если суппорта и колодки требуют обслуживания нечасто, то с тормозными дисками все немного сложнее. На рынке представлены различные виды и типы тормозных дисков и простой обыватель сталкивается с проблемой, как купить тормозные диски, подходящие к автомобилю, максимально хорошие и не переплатить деньги за функции дисков, в которых нет необходимости.

### **Материал тормозных дисков**

Для начала рассмотрим то, из чего сделаны диски.

Чаще всего тормозные диски изготавливают из чугуна. Популярность этого материала объясняется хорошими фрикционными свойствами и невысокой стоимостью производства. Наряду с этими преимуществами, чугун имеет ряд существенных недостатков, которые ограничивают его использование в некоторых типах транспортных средств – спортивных машинах и мотоциклах. При регулярных интенсивных торможениях, вызывающих значительное повышение температуры (400 С и выше), возможно коробление диска, а если на его перегретую в таких режимах поверхность попадает вода, например, из лужи, чугунный диск покрывается сетью трещин и иногда даже рассыпается. Кроме того, такие диски очень тяжелые, и после длительных стоянок их рабочая поверхность покрывается коркой ржавчины. Чтобы избежать этих недостатков, диски, в большей степени мотоциклетные и значительно реже автомобильные, начали делать из «нержавейки». Более слабые фрикционные свойства этого материала компенсировали увеличением диаметра дисков и их рабочей поверхности. Для изготовления этой ответственной детали тормозной системы используют и обычную сталь, которая, как и «нержавейка», не столь чувствительна к перепадам температур и обладает несколько худшими фрикционными свойствами, чем чугун.

В 70-е годы на спортивные машины начали устанавливать тормозные диски из углепластика – карбоновые. Преодолев период роста, карбоновые тормоза оставили своих метал-



лических коллег далеко позади. Вес тормозного диска из карбона на порядок меньше металлического, коэффициент трения на порядок выше, а рабочий диапазон, ограничивающийся на обычных тормозах 500-600 С, здесь простирается далеко за отметку в 1000 С. Карбоновые диски не коробятся, а снижение неподрессоренных и вращающихся масс положительно сказывается на ходовых качествах автомобиля. Тем не менее путь к обычным дорожным автомобилям таким тормозам пока заказан. Стоимость комплекта карбоновых тормозов может достигать стоимости нового автомобиля малого класса, а нормально работать они начинают только после хорошего прогрева: до этого коэффициент трения тормозов даже ниже обычных! Нельзя забывать и об удобстве управления замедлением: если с традиционными тормозами все просто и понятно, то здесь контролировать замедление сверхсложно. Фактически в обычных условиях карбоновые тормоза будут аналогом переключателя «ехать/стоять».

Более радужные перспективы в автомобилестроении имеют керамические тормоза. Они не имеют такого ошеломляющего коэффициента трения, как карбоновые, но обладают целым рядом преимуществ. У керамики гораздо больше возможностей, чем у металла или различных композитов. Этот материал отличается отличной устойчивостью к высоким температурам, высокой стойкостью к коррозии и износу, небольшой удельной массой и высокой прочностью. Керамические тормозные диски, в сравнении аналогичными деталями из серого чугуна легче на 50%. Вес, например, керамического тормозного диска PORSCHE 911 в два раза легче обычного, значит, меньше и неподрессоренные массы, а следовательно, и нагрузка на подвеску. Уменьшается и так называемый гироскопический эффект, когда вращающееся с большой скоростью тело сопротивляется смене направления вращения. Кроме того, применение керамики позволяет увеличить на 25% коэффициент трения, а заодно резко повысить эффективность торможения в горячем состоянии. Еще одно преимущество – невероятная долговечность. Керамические диски обычно не требуют замены на протяжении 300 000 км. К сожалению, есть и недостатки. Во-первых, холодные керамические диски хуже останавливают машину, чем холодные тормозные диски из металла. Во-вторых, керамика плохо работает при очень низких температурах. В третьих, такие диски при работе неприятно скрипят. И, наконец, в четвертых, цена у них очень высока.

Лучшие варианты — карбоновые и керамические диски. Их стоимость весьма высока – за комплект карбоновых вариантов требуют сумму, за которую можно купить машину среднего класса. Для обычного автовладельца такие изделия не годятся. Не только из-за стоимости, но и из-за того, что рабочий диапазон у карбона начинается там, где он заканчивается у других материалов. Выбирать эти изделия нужно только тем, кто ценит действительно высокую скорость.

### **Типы и классификация тормозных дисков**

#### **1. Цельный (невентилируемый) тормозной диск.**



**Рис.1. Цельный (невентилируемый) тормозной диск**

Самый простой вид ротора, который только можно купить. Как следует из названия, запчасть сделана из единого куска металла. Обычно в качестве материала используют чугун. Ничего примечательного – простейшая конструкция, состоящая из однородного ротора и центральной части диска. Дешевый в производстве, недорогой при покупке. Нет чего серьезно плохого в таких дисках, просто они разработаны для установки на старые, маломощные и

небыстрые автомобили. Разогреваются они быстро, а тепло отводят медленно. То есть не так эффективны, как все последующие диски.

## 2. Вентилируемый тормозной диск.



**Рис.2. Вентилируемый тормозной диск**

Вероятно, самый популярный тип диска использующийся на современных автомобилях. Его конструкция состоит из двух частей роторов с расставленными между ними каналами для охлаждения. Хитрая схема, скрытая от глаз, позволяет теплу рассеиваться, предохраняя диск от перегрева, появления трещин, скручивания диска и увеличивая срок службы колодок.

Первоначально отличавшиеся наличием прямых каналов, вентиляруемые диски с годами эволюционировали для улучшения воздушного потока.

## 3. Перфорированный тормозной диск.



**Рис.3. Перфорированный тормозной диск**

Когда тормозные колодки используют под серьезной нагрузкой, из них из-за нагрева начинают выходить газы и повсюду разлетаются твердые частицы – пыль, налипающая на ротор диска. Образуется тончайший слой, который ухудшает сцепление колодки с диском во время работы, из-за чего эффективность торможения падает. Отверстия сверлятся для того чтоб эти газы имели место выхода, а вместе с ними выходила и абразивная пыль. Дополнительным плюсом можно назвать снижение веса по сравнению с диском без отверстий. Однако в таком тюнинге есть и отрицательные стороны – прочность диска ухудшается.

Также стоит учитывать, что поверхность тормозного диска используется как небольшой радиатор, поэтому, уменьшая площадь контакта металла с окружающим воздухом, вы уменьшаете качество охлаждения. Кроме того, эти отверстия могут стать точками напряжения, что может привести к растрескиванию чугуна при резком торможении.

В последнее время даже на спортивных автомобилях «сверленных» дисков становится все меньше. Причиной тому является улучшение качества современных тормозных колодок. При их активном использовании образуется не так много газов, как у их предшественников, в связи с чем потребность в «бурении» уменьшилась

При обычной эксплуатации вы, вероятно, не столкнетесь с такими проблемами, именно поэтому перфорированные диски в дырочку по-прежнему иногда можно увидеть на современных спортивных автомобилях, где они, несомненно, выглядят просто потрясающе за большими, легкосплавными колесными дисками. Плюс, если роторы диска просверлены в

заводских условиях на предприятии, они будут достаточно крепкими, чтобы точно избежать появления трещин.

#### 4. Тормозной диск с насечками.



**Рис.4. Тормозной диск с насечками**

Эти прорезы на диске пытаются решить все ту же проблему с отведением газов, только по-другому. Шлицы или пазы на поверхности диска позволяют газам своевременно отводиться, но у такого дизайна есть иные преимущества.

Скребущие по поверхности тормозных колодок края углублений способны очищать тормозную поверхность от грязи, также увеличивая зацепление при соприкосновении с краями борозд. Минусом безусловно является активный износ колодок.

Конструкции паза могут значительно различаться, одними из самых своеобразных борозд можно назвать «J»-образные крючки (на фото выше), которые предназначены для того же удаления твердых частиц и отведения газов, но с минимальной вибрацией диска во время торможения.

#### 5. Волнообразный тормозной диск

Волнообразные диски давно прижились в мире мотоциклов, но стремясь извлечь выгоду из своего приобретения Ducati, Audi начала вводить концепцию в некоторые из своих наиболее быстрых автомобилей всего несколько лет назад. Уменьшение в весе (используется меньше материала) и более качественный теплоотвод – главные преимущества технологии. Как и во многих проектах, о которых мы только что говорили, внешний вид почти наверняка является фактором для выбора дизайна детали производителем и конечным потребителем.

Преимущества перфорации и насечки на тормозных дисках над обычными вентилируемыми.



**Рис.5. Волнообразный диск**

Отверстия или насечки на тормозном диске гарантируют лучшее сцепление и более уверенную и эффективную работу тормозной системы. Присутствующие на поверхности отверстия или насечки обеспечивают более высокую эффективность (особенно на начальной стадии торможения) за счет увеличенного коэффициента трения по сравнению со стандартными дисками.

Другое несомненное преимущество при использовании тормозных дисков с отверстиями или насечками — постоянная очистка и обновление фрикционного материала колодки. Перфорация также позволяет разорвать водяную пленку, которая может образовываться на тормозной поверхности во время дождя. Благодаря этому даже при езде по мокрому асфальту система эффективно реагирует с самого первого торможения.

Аналогично, канавки, направленные к внешнему краю, обеспечивают более эффективный отвод воды, попадающей на поверхность диска. Как следствие — стабильное поведение при любых погодных условиях. Помимо удаления воды отверстия и канавки способствуют отводу газов, возникающих на поверхности колодки и диска из-за высокой температуры.

Газы, образующиеся при сгорании разогретых смол, из которых состоит фрикционный материал, могут приводить к деградации, уменьшающей коэффициент трения диска о колодку с последующей потерей эффективности торможения. Отверстия или насечки на тормозной поверхности позволяют быстро вытеснить эти газы, восстанавливая оптимальные условия.

Оба типа дисков — отличный выбор для тех, кто хочет водить спортивно и при этом ценит долговечность дисков и колодок. Их отличие от стандартных дисков носят как эстетический, так и практический характер.

Для водителя, которому ближе спокойная манера езды и больше важна практичность, а не эстетика, такие диски будут пустой тратой денег. Так как при спокойной езде все эти преимущества будут не сильно заметны. Обычные вентилируемые диски тоже прослужат достойно и долго.

### *Библиографический список*

1. **Фред Пун**, «Тормоза спортивного автомобиля».
2. **Юшкевич, А.В.**, Сазанов И.С., Мельников А.С., Петренко М.Л., Амельченко А.П. «Тормозные системы двухколесных транспортных средств»,
3. **Мицкевич В.** «Тормозные системы легковых автомобилей», 2006 г.
4. **Мартин Рэндалл** «Тормоза. Руководство по обслуживанию, диагностике и ремонту тормозных систем», 2005 г.

УДК 629.113

ВОЛОДЬКИН Д. В., ГОНЧАРОВА Д. А., КОРЧАЖКИН М. Г., БЕРДНИКОВ Л. А.

## **ПОДВЕСКА АВТОМОБИЛЯ RENAULT LOGAN**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Плавность хода, комфорт, хорошая управляемость автомобиля – все это возможно лишь из за наличия подвески в современных автомобилях. Подвеска автомобиля должна быть невероятно долговечной и прочной, ведь во время движения все удары, вибрации и колебания принимает на себя именно подвеска. В своих посадочных местах обязаны легко проворачиваться шарниры, сайленблоки и рулевые наконечники, которые используются в подвеске, так же эти узлы отвечают за шумоизоляцию кузова автомобиля.

В основном выделяют три главных элемента в подвеске:

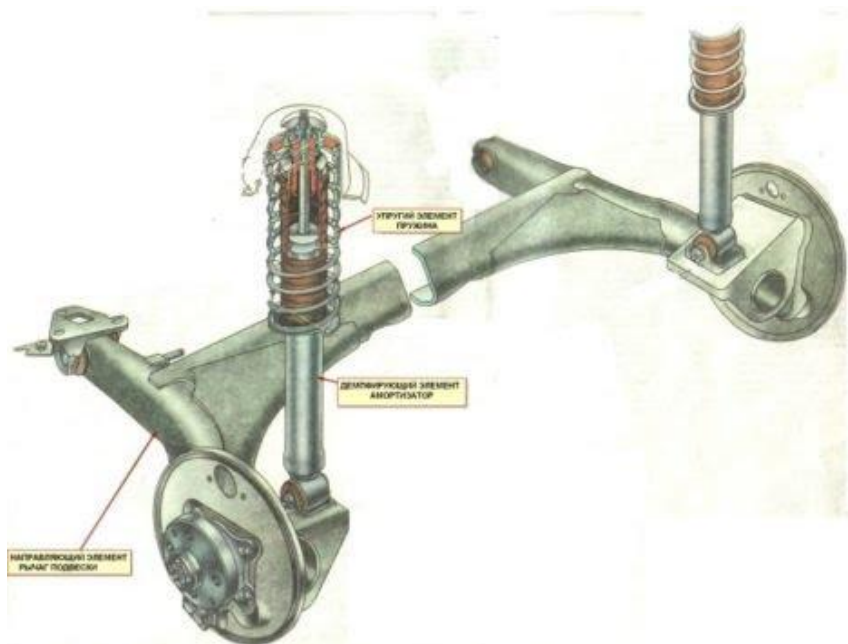
- Упругий элемент;
- Направляющий элемент;
- Демпфирующий элемент.

Упругий элемент отвечает за вертикальные воздействия со стороны дороги, смягчение ударов и плавность хода. Подвески транспортных средств бывают пневматические, рессорные (используются в грузовом транспорте), торсионные, пружинные. Подвески в автомобилях делятся на несколько типов:

- Пневматические;
- Рессорные;
- Торсионные;
- Пружинные.

В качестве упругого элемента в автомобилях сейчас используются пружины (пружинные подвески). За боковые и продольные нагрузки, действующие на колесо, отвечает направляющий элемент (рычаг). Рычаг служит для прикрепления подвески к кузову автомобиля.

Демпфирующий элемент предназначен для гашения колебаний. Для гашения колебаний используют демпфирующие элементы (амортизаторы). Для примера приведем рисунок задней подвески ВАЗ 2108, такая же конструкция используется и на задней подвеске Renault Logan. Для примера возьмём заднюю подвеску ВАЗ 2108, которая используется и на задней подвеске Renault Logan.



**Рис.1. Подвеска Renault logan**

Подвески делятся на 2 типа : зависимая и независимая.

Зависимая подвеска представляет собой два противоположных колеса, которые жёстко соединены между собой соединительной осью. Из за этого, перемещение одного колеса в любой из плоскостей приводит к перемещению второго колеса. Преимущества этой подвески заключаются в хорошей надёжности, простоте и дешевизне производства.

Независимая подвеска это подвеска, в которой между двумя противоположными колёсами нет никакой связи, каждое из них движется в любых плоскостях, независимо друг от друга, что предаёт большую плавность хода нежели в зависимо подвеске. В данный момент производителем отдали своей приоритет в пользу независимой подвески. Но у такой подвески есть и минусы – это непростое и дорогое производство.

Так же независимые подвески подразделяются на несколько типов исходя из количества рычагов: однорычажная, двухрычажная, многорычажная и подвеска типа макферсон.

Однорычажная подвеска. Такая подвеска представляет собой ось, 2 колеса и рычаг, с помощью которого ось крепится на к кузову. Также в этой конструкции присутствуют пружины, амортизаторы и сайлентблоки. Сайлентблоки имеют хорошую звукопоглощаемость, из за чего очень часто применяются в подвесках современных авто.



**Рис. 2. Сайлентблок Renault Logan**

Двурычажная подвеска. При помощи двух поперечно расположенных рычагов колесо крепится к кузову и передней балке. Плюсы этой подвески заключаются в больших возможностях настройки. Например, развал и ширину колеи возможно изменить при помощи регулирования их длины. Обычно в таких типах подвески верхний рычаг короче нижнего, что в процессе сжатия позволяет подвеске наклонить верхнюю часть колеса внутрь. В данном виде подвески крепления происходит при помощи сайлентблоков и шаровых опор.

Многорычажная подвеска, отличается от двухрычажной большим количеством рычагов. Более сложна в изготовлении, но обеспечивает более плавный ход и лучшую управляемость автомобиля. В этой подвеске используется больше сайлентблоков и амортизаторов, что даёт более лучшую шумоизоляцию и большое гашение удара при наезде на препятствие.

Подвеска макферсон это тип подвески и установлен на автомобиле Reno Logan.

Самый главный элемент подвески макферсон – это амортизаторная стойка (свечная подвеска). Представляет собой амортизатор, с пружиной, установленной в верхней части. Сверху пружины крепится подшипник.

Здесь применяется опорный подшипник, так как при повороте колёс поворачивается вся стойка. Также пружины, установленные вокруг штока амортизатора, всегда расположены под небольшим углом к его оси.

Конструкция данной подвески позволяет снизить пороговую жёсткость всей системы в целом. Приведём пример – при несильном ударе пружины сжимается не сильно, а при резком ударе о препятствие пружина принимает весь удар на себя и резко сжимается. Самым главным плюсом данной подвески является компактность такой системы, благодаря чему двигатель в таких автомобилях вместе с КПП располагаться поперечно (часто используется в переднеприводных автомобилях).

Составляющие части подвески макферсон :

1. подрамник,
2. поворотный кулак,
3. поперечный рычаг,
4. амортизационная стойка,
5. стабилизатор поперечной устойчивости.

Плюсы:

1. дешевле в производстве чем двухрычажная,
2. легко обнаружить неисправности (все на виду),
3. компактность,
4. большой ресурс верхней опоры стойки, так как применяется подшипник качения,

5. масса меньше чем в других подвесках.

Минусы:

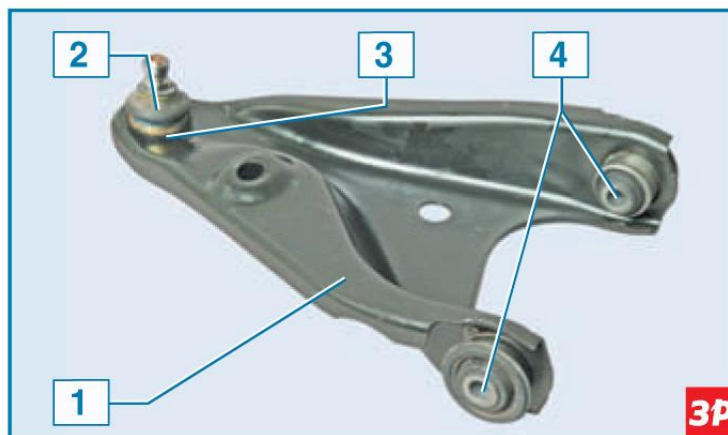
1. необходимость укреплять брызговики крыла,
2. дорожные шумы передаются в салон,
3. малая компенсация продольного крена при резком торможении,
4. амортизационные стойки чаще приходят в негодность по сравнению с другими подвесками.
5. параметры кинематики хуже чем у других типов подвесок (на двух продольные или поперечных рычага).



**Рис.3. Подвеска типа Макферсон**

Основой всей подвески является подрамник, который крепится к кузову 4 болтами. Справа и слева крепятся 2 рычага треугольной формы, которые соединены с подрамником сайлентблоком. К рычага на шаровых опорах прикреплены поворотные кулаки, к которым присоединения ступицы передних колёс с подшипниками и суппортами.

Одной из немногих проблем подвески автомобиля Renault Logan являются частые замены сайлентблоков. Данную проблему можно решить при помощи замены в сайлентблоках резины на полиуретан. Полиуретан тверже чем резина, поэтому обеспечивает более жесткую подвеску автомобиля, а соответственно, лучшую управляемость, но снижает комфорт езды, особенно для пассажиров, срок службы полиуретана дольше, чем резины в среднем в 5 раз (в зависимости от типа полиуретана и типа резины, а также толщины прослойки).



**Рис.4. Элементы рычага подвески**

1 –рычаг;2 – чехол опоры ;3 – шаровая опора;4 – сайлент-блок

В работе составлена структурная схема и определен уровень надежности рычага передней подвески автомобиля Renault Logan.



**Рис.5. Структурная схема надёжности**

Расчёт надежности системы (сайлент-блоки с резиной):

$$РЫ = 0,92; ЧО = 0,93; ШО = 0,91; С - О = 0,96$$

$$Ррез = 0,92 * 0,93 * 0,91 * 0,96 = 0,74$$

Расчёт надежности систем (сайлент-блоки с полиуретаном)

$$РЫ = 0,95; ЧО = 0,96; ШО = 0,94; С - О = 0,97$$

$$Рполиур = 0,95 * 0,96 * 0,94 * 0,97 = 0,83$$

Вывод: проведя расчёты на надежность системы можно увидеть, что система с полиуретаном ( $Рполиур=0,83$ ) гораздо надёжнее системы с резиной ( $Ррез0,74$ ).

### ***Библиографический список***

1. [Электронный ресурс] - <https://carmanuals.ru/lada-largus/perednyaya-podveska>
2. <https://fb.ru/article/371480/podveska-reno-logan-ustroystvo-osobennosti-i-otzyivyui>
3. **Кузнецов В.А., Дьяков И.Ф.** Конструирование и расчет автомобиля. Подвеска автомобиля: Учебное пособие.– Ульяновск: УлГТУ, 2003. – 64 с. ISBN 5-89146-200-0

УДК 629

ГОГОНОВ А. Е., ГОГОНОВ А. Е., БЕРДНИКОВ Л.А., КОРЧАЖКИН М.Г.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ КЛИМАТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АВТОБУСА**

Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева

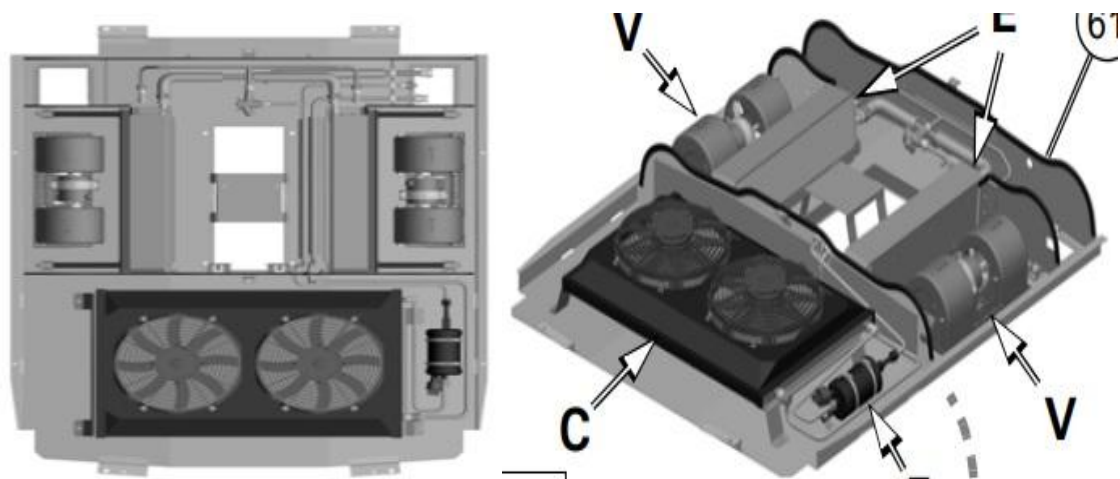
По статистическим данным, предоставленным ГИБДД [1] количество ДТП с автобусами составило 5 535 аварий за 2019 г. Госавтоинспекция пришла к выводу, что подавляющее большинство таких дорожно-транспортных происшествий случаются по вине водителей. Например, 52% случаев наездов на пешеходов происходят из-за того, что водитель не следует правилами проезда на пешеходном переходе, 45% столкновений – из-за не соблюдения дистанции, а еще 25% - из-за несоблюдения очередности движения. Основными причинами, по которым случаются аварии на дорогах с пассажирским транспортом является усталость и невнимательность водителей и неудовлетворительное состояние автобусов. Как один из факторов невнимательности водителя, является регулировка температурного режима пассажирского салона во время движения, отвлечение на многочисленные приборы и пульта управления, в том числе и климатическое оборудование.

В условиях рыночной экономики и большой конкуренции на рынке услуг по пассажирским перевозкам все большее внимание уделяется комфорту и удобству пассажиров при движении на автобусах, как пригородных так и междугородних. Наряду с комфортабельными сиденьями, мониторами, аудио-оборудованием немалое внимание уделяется температурному режиму в пассажирском салоне автобуса. Тем более определенные требования к данному пункту предъявляет распоряжение Министерства транспорта РФ от 13 апреля 2018 г. № НА-55-р «О внесении изменений в социальный стандарт транспортного обслуживания насе-



ления при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом, утвержденный распоряжением Министерства транспорта Российской Федерации от 31 января 2017 г. № НА-19-р», п. 3.3.3 которого гласит «Все транспортные средства, используемые для осуществления перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом по маршрутам регулярных перевозок, оборудованы системами отопления и кондиционирования воздуха, настроенными на поддержание комфортной температуры в салоне транспортного средства в любое время года [2]. Температурный режим: не менее  $12^{\circ}\text{C}$  при среднесуточной температуре наружного воздуха ниже  $5^{\circ}\text{C}$ , не более  $25^{\circ}\text{C}$  при среднесуточной температуре наружного воздуха выше  $20^{\circ}\text{C}$ ». Также определенные требования предписывает ГОСТ Р 53828-2010 «Автомобильные транспортные средства. Система обеспечения микроклимата. Технические требования и методы испытаний»[6]. На легковых ТС данная проблема решена путем исполнения ТС в заводской комплектации автоклиматическим оборудованием. На автобусах малого класса данные опции пока не устанавливаются в заводских условиях. Эта задача ложится на плечи доработчиков базовых фургонов до коммерческого транспорта. Разработки в данном направлении ведут такие крупные производители климатического оборудования для коммерческого транспорта как Webasto, TermoKing, Alex Original совместно с производителями коммерческого транспорта Русский Автобус (Группа ГАЗ) и доработчиками, такими как Луидор, Нижегородец, НиАЗ.

Учитывая климат большинства регионов РФ, загруженность и состояние дорог, а также экономические факторы, такие как пассажироместимость ТС (тот или иной транспорт выбирается в зависимости от пассажиропотока), тип ДВС (в большинстве случаев используется дизельные ДВС как более экономичные) данная проблема не кажется такой простой. В летний период, особенно в южных регионах и в часы-пик, температура в пассажирском салоне автобуса может достигать  $35^{\circ}\text{C}$ , соответственно в пассажирском салоне необходимо понизить температуру воздуха на  $10^{\circ}\text{C}$ . В данном случае пассажирский салон необходимо оборудовать системой кондиционирования, причем штатная система в кабине водителя как правило не рассчитана на большой объем пассажирского салона, поэтому решением будет установка дополнительного кондиционера или как минимум дополнительного испарителя в салон. На заводах-изготовителях пассажирских междугородних микроавтобусов на базе ГАЗель NEXT используется климатическая система в виде на крышного кондиционера в виде моноблока [3] (Рис. 1а,1б).

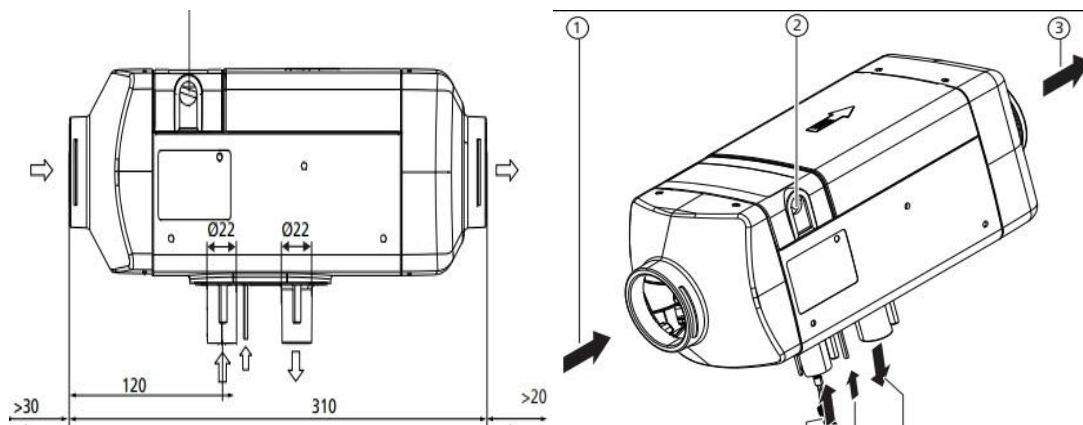


**Рис.1(а, б). Конструкция на крышного кондиционера моноблок Webasto RTC 110**

Моноблоком называется на крышная климатическая установка, особенностью данной формы является исполнение основных узлов кондиционера, испарителя и радиатора конденсатора совместно, тогда как в стандартной комплектации автомобильного кондиционера радиатор конденсатора выносятся в переднюю часть ТС, а испаритель находится непосредственно в салоне.

венно в салоне, либо встроен в панель приборов кабины водителя. Климатическая система RTC-110 марки Webasto мощностью 12 кВт [3] способна за 30 минут охладить пассажирский салон 19 местного автобуса ГАЗель Нэкст на  $10^{\circ}\text{C}$  и поддерживать необходимую температуру, основываясь на показания датчика температуры в салоне автобуса.

В зимнее время, особенно в северных регионах РФ и на ТС с дизельным двигателем остро встает вопрос обогрева пассажирского салона во время движения и стоянки автобуса до комфортной температуры. В таких случаях заводом-изготовителем автобуса предусмотрена установка автономного отопителя пассажирского салона [4] (Рис. 2а, 2б) и подогревателя охлаждающей жидкости ДВС.

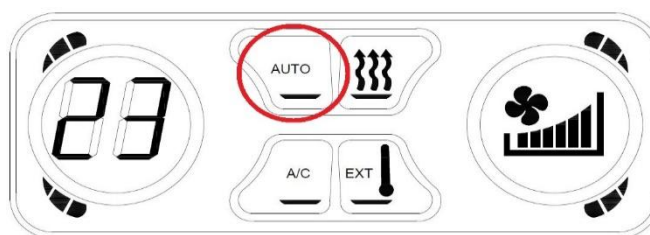


**Рис. 2(а, б). Конструкция автономного отопителя Webasto AT2000 STC**

Принцип работы автономного отопителя заключается в нагревании воздуха пассажирского салона путем пропускания его через нагревательный элемент и направления в дефлекторы вентилятором. Отопитель называется автономным так как не зависит от температуры охлаждающей жидкости ДВС и может работать независимо от работы двигателя даже на заглушенном ТС. В топливный бак через отдельный заборный штуцер монтируется топливная трубка автономного отопителя, топливо забирается из бака (или доп резервуара) и подается дозирующим насосом в камеру сгорания отопителя. В процессе сгорания топлива нагревается теплообменник, через который вентилятором продувается уличный воздух и направляется в пассажирский салон. Продукты сгорания топлива выводятся за борт автобуса на улицу. Таким образом отопитель Air Top 2000ST В марки Webasto мощностью 2 кВт [4], способен нагреть воздух пассажирского автобуса малого класса за 30 минут до  $\dots +35^{\circ}\text{C}$  и поддерживать необходимую температуру, основываясь на показания датчика температуры в салоне автобуса.

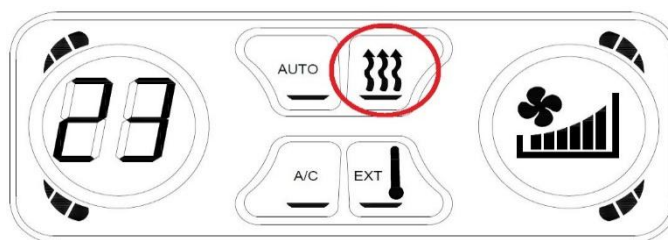
Оба вышеуказанные устройства работают основываясь на сигналы датчиков температуры воздуха в пассажирском салоне. Для удобства водителя и информативности о температуре воздуха в пассажирском салоне на панель приборов выводится дополнительный модуль управления климатом SANEL[5]. Пульт климатической установки SANEL имеет четыре режима.

-Режим **AUTO**



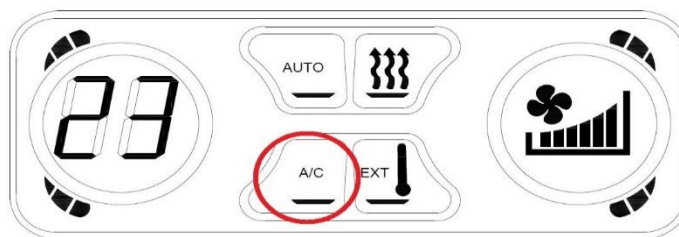
**Рис.3. Режим AUTO пульта климат-контроля**

Включается кнопкой «**AUTO**». Поддерживает заданную температуру пользователем на органе управления климат контроля, температура отображается на дисплее. В зависимости от разницы температуры заданной и в салоне (которую измеряет датчик температуры в салоне) работает или испаритель (кондиционер) или отопитель (салонный). Если разница отрицательная (т.е. заданная температура меньше чем в салоне), то включится кондиционер. Если разница положительная (т.е. заданная температура больше чем в салоне) включится отопитель. При изменении разницы с одного значения (с плюса на минус или наоборот), произойдет переключение отопителя на кондиционер или кондиционера на отопитель.  
-Режим **обогрева**



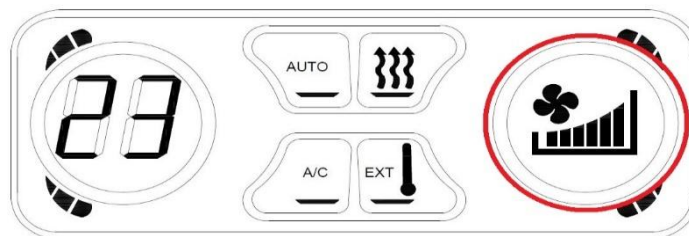
**Рис. 4. Режим «обогрева» пульта климат-контроля**

Включается кнопкой волны «**fff**». Работает только отопитель, вне зависимости от температуры в салоне или заданной. Скорость работы вентилятора выбирается регулятором скорости пульта. Регулятор имеет три скорости. Задать температуру в этом режиме нельзя.  
-Режим **охлаждения**



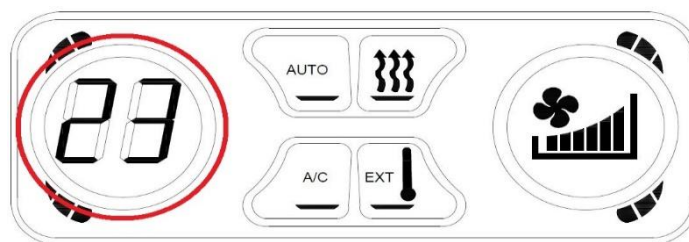
**Рис. 5. Режим «охлаждения» пульта климат-контроля**

Включается кнопкой «**A/C**». Работает только кондиционер вне зависимости от температуры в салоне или заданной. Скорость выбирается регулятором скорости пульта. Регулятор имеет три положения. Включается если повернуть регулятор скорости без нажатия кнопок авто, «**A/C**» и «**fff**». В этом режиме работает только вентилятор испарителя в режиме продувки.



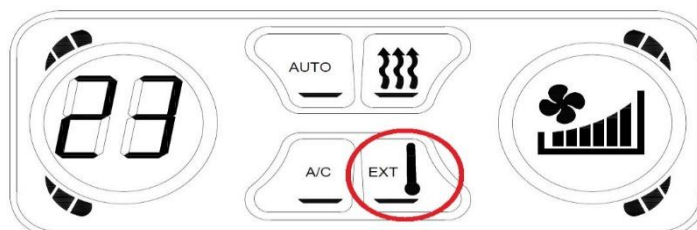
**Рис. 6. Показатель режима скорости вентилятора испарителей кондиционера**

На табло регулятора температуры отображается заданная температура в режиме **AUTO**, код ошибки (есть два кода код ошибки датчика E1 внутреннего и E2 наружного ) или режим работы.



**Рис. 7. Показатель температуры, заданной в режиме AUTO**

Также, в режиме **AUTO**, отображается наружная температура после нажатия на кнопку температуры на пульте.



**Рис. 8. Показатель наружной температуры**

В режиме **AUTO** (когда работает кондиционер) и охлаждения «**A/C**» вентиляторы на крыше включаются сразу, а компрессор включается с задержкой. После отключения кондиционера вентиляторы на крыше отключаются с задержкой.

Электросхема и принцип работы входных сигналов с датчика температуры и выходных сигналов с пульта управления микроклиматом представлена на рисунке 9.

Автоматизация работы климатического оборудования не только создает и поддерживает комфортные условия для людей в пассажирском салоне автобуса, но и освобождает водителя от выполнения лишних действий по включению, выключению и настройке кондиционера и отопителя автобуса. Водитель может сконцентрировать большее внимание управлению ТС и лучше оценивать дорожную обстановку как в черте города так и на междугородних участках дорог.

### ***Библиографический список***

1. [Электронный ресурс] - <https://гибдд.рф>
2. [Электронный ресурс] - <https://mintrans.gov.ru/>
3. Руководство по эксплуатации на крышного кондиционера Webasto RTC-110, 16 стр.
4. Руководство по эксплуатации автономного отопителя Webasto AT 2000 STC, 6 стр.
5. Инструкция пользования пультом управления климатической установки «SANEL», 2 стр.
6. ГОСТ Р 53828-2010 «Автомобильные транспортные средства. Система обеспечения микроклимата. Технические требования и методы испытаний», 2010 г., 37 стр.

УДК 656.13.002.3

ГОРЯЧЕВ А.А., БЕРДНИКОВ Л.А.

## **АВТОМОБИЛИ НА ВОДОРОДНОМ ТОПЛИВЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Водород обладает чудесными характеристиками, его почти не применяют на транспорте потому, что люди привыкли использовать бензин, хотя он и дорожает с каждым

днем. Также ведущие автокомпании постоянно откладывают сроки перехода на водородное топливо, мотивируя это тем, что установки для получения водорода появятся только к 2030 году. Европейские и американские аналитики могут быть правы в этих подсчетах, но есть множество доказательств экстренного перевода на водород целого автопарка.

Первый двигатель, работающий на водороде, придумал в 1806 году французский изобретатель Франсуа Исаак де Риваз. Он получал водород при помощи электролиза воды.

Первый патент на водородный двигатель выдали в Великобритании в 1841 году. В 1852 году в Германии построили двигатель внутреннего сгорания (ДВС), который работал на воздушно-водородной смеси. Еще через 11 лет французский изобретатель Этьен Ленуар сконструировал гиппомобиль, первые версии которого работали на водороде.

В 1933 году норвежская нефтегазовая и металлургическая компания Norsk Hydro Power переоборудовала один из своих небольших грузовиков для работы на водороде. Химический элемент выделялся за счет риформинга аммиака и поступал в ДВС.

В Ленинграде в период блокады на воздушно-водородной смеси работали около 600 аэростатов. Но эти воздушные защитники Ленинграда имели один крупный недостаток. Через 25—30 дней работы аэростаты начинали терять высоту, так как резиновая оболочка пропускала водород, а его место занимали другие газы и пары воды. Поэтому аэростаты приходилось периодически опускать, стравливать «отработанный» водород и заправлять чистым газом. Военный техник Борис Шепелиц, чтобы решить проблему нехватки бензина предложил питать данной смесью двигателя ГАЗ-АА. Он же переоборудовал 200 грузовиков ГАЗ-АА для работы на водороде.

Первый транспорт на водороде выпустила в 1959 году американская компания Allis-Chalmers Manufacturing Company — это был трактор.

Первым автомобилем на водородных топливных элементах стал Electrovan от General Motors 1966 года. Он был оборудован резервуарами для хранения водорода и мог проехать до 193 км на одном заряде. Однако это был единичный демонстрационный экземпляр, который передвигался только по территории завода.

В 1979-м появился первый автомобиль BMW с водородным двигателем. Толчком к его созданию послужили нефтяные кризисы 1970-х, и по их окончании об идее альтернативных двигателей забыли вплоть до 2000-х годов.

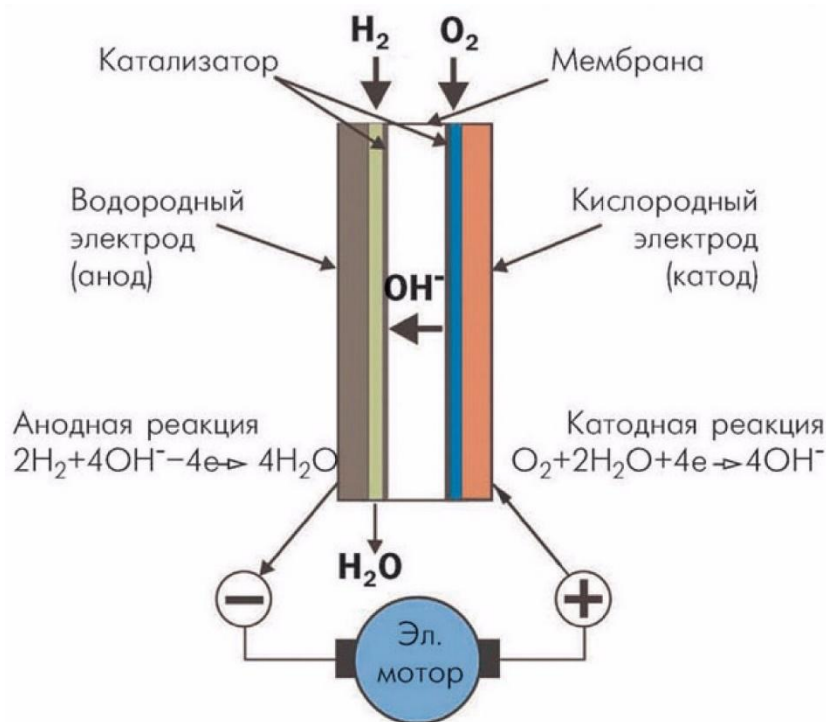
В 2007 году та же BMW выпустила ограниченную серию автомобилей Hydrogen 7, которые могли работать как на бензине, так и на водороде. Но машина была недешевой, при этом 8-килограммового баллона с газом хватало всего на 200-250 км.

Первой серийной моделью автомобиля с водородным двигателем стала Toyota Mirai, выпущенная в 2014 году. Сегодня такие модели есть в линейках многих крупных автопроизводителей: Honda, Hyundai, Audi, BMW, Ford и других.

На специальных заправках топливный бак заправляют сжатым водородом. Он поступает в топливный элемент, где есть мембрана, которая разделяет собой камеры с анодом и катодом. В первую поступает водород, а во вторую — кислород из воздухозаборника.

Каждый из электродов мембраны покрывают слоем катализатора (чаще всего — платиной), в результате чего водород начинает терять электроны — отрицательно заряженные частицы. В это время через мембрану к катоду проходят протоны — положительно заряженные частицы. Они соединяются с электронами и на выходе образуют водяной пар и электричество.

По сути, это тот же электромобиль, только с другим аккумулятором. Емкость водородного аккумулятора в десять раз больше емкости литий-ионного. Баллон с 5 кг водорода заправляется около 3 минут, его хватает до 500 км. Но у водородного топлива есть существенное преимущество перед электрическими аккумуляторами — долговечность. Если аккумулятора в электрокаре хватает на три-пять лет, то водородной топливной ячейки — уже на восемь-десять лет. При этом водородные аккумуляторы лучше приспособлены для сурового климата: не теряют заряд на морозе, как это происходит с электрокарами.



**Рис1. Схема работы топливного элемента**

Современные автомобили на водороде находятся пока в стадии проектирования, а вернее выпускать серийно опытные модели пока не собираются из-за неразвитой инфраструктуры заправок автотранспорта водородным топливом. В промышленных масштабах получить водород электролизом воды недешево, поэтому автокомпании пока не спешат на него переходить, ожидая более дешевый и простой способ получения водородного топлива.

Главное неоспоримое преимущество автомобилей на водороде – это высокая экологичность, так как продуктом горения водорода является водяной пар. Конечно, при этом сгорают еще различные масла, но токсичных выбросов гораздо меньше, чем у бензиновых выхлопов. Отсутствие дорогостоящих систем топливоподачи, которые к тому же опасны и ненадежны. Бесшумность. КПД электродвигателя на водородном топливе намного выше, чем у ДВС.

Плюсы водородного двигателя:

- Экологичность при использовании. Водородный транспорт не выбрасывает в атмосферу диоксид углерода;
- Высокий КПД. У двигателя внутреннего сгорания (ДВС) он составляет около 35%, а у водородного — от 45%. Водородный автомобиль сможет проехать на 1 кг водорода в 2,5-3 раза больше, чем на эквивалентном ему по энергоемкости и объему галлоне (3,8 л) бензина;
- Бесшумная работа двигателя;
- Более быстрая заправка — особенно в сравнении с электрокарами;
- Сокращение зависимости от углеводородов. Водородным двигателям не нужна нефть, запасы которой не бесконечны и к тому же сосредоточены в нескольких странах. Это позволяет нефтяным государствам диктовать цены на рынке, что невыгодно для развитых экономик.

Минусы:

- Высокая стоимость. Галлон бензина в США стоит около \$3,1, а эквивалентный ему 1 кг водорода — \$8,6. Водородные батареи содержат платину — один из самых дорогих металлов в мире. Дополнительные меры безопасности также делают двигатель дорогим: в частности, специальные системы хранения и баки из углепластика, чтобы избежать взрыва.
- Проблемы с инфраструктурой. Для заправки водородом нужны специальные станции, которые стоят дороже, чем обычные.

- Не самое экологичное производство. До 95% сырья для водородного топлива получают из ископаемых. Кроме того, при создании топлива используют паровой риформинг метана, для которого нужны углеводороды. Так что и здесь возникает зависимость от природных ресурсов.

- Высокий риск. Для использования в двигателях водород сжимают в 850 раз, из-за чего давление газа достигает 700 атмосфер. В сочетании с высокой температурой это повышает риск самовоспламенения.

Водород обладает высокой летучестью, проникает даже в небольшие щели и легко воспламеняется. Если он заполнит собой весь капот и салон автомобиля, малейшая искра вызовет пожар или взрыв. Так, в июне 2019 года утечка водорода привела к взрыву на заправке в Норвегии. Сила ударной волны была сопоставима с землетрясением в радиусе 28 км. После этого случая водородные АЗС в Норвегии запретили

Водород для топлива можно получать разными способами. В зависимости от того, насколько они безвредны, итоговый продукт называют «желтым» или «зеленым». Желтый водород — тот, для которого нужна атомная энергия. Зеленый — тот, для которого используют возобновляемые ресурсы. Именно на этот водород делают ставку международные организации.

Самый безвредный способ — электролиз, то есть, извлечение водорода из воды при помощи электрического тока. Пока что он не такой выгодный, как остальные (например, паровая конверсия метана и природного газа). Но проблему можно решить, если сделать цепочку замкнутой — пускать электричество, которое выделяется в водородных топливных элементах для получения нового водорода.

С одной стороны, в Европе Toyota Mirai II стоит несколько дешевле, чем Tesla Model S (€64 тыс. против €77 тыс.). Полная зарядка водородного автомобиля занимает около 3 минут — против 30-75 минут для электрокара. Однако вся разница — в обслуживании: Toyota Mirai вмещает 5 кг водородного топлива по цене \$8-9 за кг. Таким образом, полный бак обойдется в \$45, и его хватит на 500 км — получаем около \$9 за 100 км пробега. Для Tesla Model S те же 100 км обойдутся всего в \$3.



**Рис.2-Toyota Mirai**

Основной упрек критиков — дороговизна водородного топлива и логистики. Однако Международное энергетическое агентство прогнозирует, что цена водорода к 2030 году упадет минимум на 30%. Это сделает водородное топливо сопоставимым по цене с другими видами.

Если вспомнить, как развивался рынок электрокаров, то его росту способствовали три главных фактора:

Лобби со стороны развитых государств: в США, ЕС, Японии, России и других странах приняты законы в поддержку экологичного транспорта.

Удешевление аккумуляторов: согласно исследованию Bloomberg New Energy Finance, за последние десять лет цены на литий-ионные аккумуляторы упали с \$1200 до \$137 за кВт·ч.

Развитие инфраструктуры: специальные электростанции и зарядки в крупных бизнес-центрах, на парковках ТЦ и аэропортов.

Водородные двигатели ждет примерно тот же сценарий. В Toyota видят главные перспективы для водородных двигателей в компактных автомобилях, а также в среднем и премиум-классе. Пока что производство не вышло на тот уровень, чтобы бюджетные модели работали на водороде и оставались рентабельными. Современные водородные машины стоят вдвое дороже обычных и на 20% больше, чем гибридные.

Согласно прогнозу Markets&Markets, к 2022 году объем мирового производства водорода вырастет со \$115 до \$154 млрд. Остается главный вопрос: как быть с инфраструктурой? Чтобы водородные двигатели стали массовыми, нужны сети заправок, трубопроводы для топлива, отлаженные логистические цепочки. Все это пока только зарождается. Но и тут есть позитивные сдвиги: например, канадская Ballard Power по заказу китайского Министерства транспорта запустила пилотный проект, в рамках которого водородное топливо можно будет заливать в обычных АЗС.

В Европе количество водородных заправок можно пересчитать по пальцам, у нас их вообще нет. Инженеры для таких случаев изобрели бивалентный двигатель, который может одновременно работать как на водородном топливе, так и на бензине. Теперь владелец данного автомобиля не будет зависеть от наличия на заправке водородного топлива.

Через пять-десять лет, когда количество водородных заправок в Европе возрастет, тогда водородомобили получат жизнь. Пока реалии сегодняшнего дня не радужны. Взять хотя бы стоимость машины на чисто водородных элементах – она превышает стоимость обычного автомобиля почти в два раза. И на 20 процентов дороже гибридных версий.

Появление автомобилей на водородном топливе призвано ускорить процесс развития необходимой для обслуживания таких транспортных средств инфраструктуры. Электромобили, работающие на аккумуляторах, – это действительно великолепная технология, но, как и факс-машины, это временное явление. Существуют пока проблемы, такие как малый запас хода и длительное время подзарядки, что негативно сказывается на мнении потребителя. Водород решает все подобные проблемы. Необходимо решить проблему производства дешевого водорода для обеспечения транспортных средств. Один из путей решения данной проблемы – конвертация биомассы в водород, которая образуется в результате жизнедеятельности людей. Так, производя экологическое топливо, мы одновременно сможем способствовать уменьшению количества свалок.

### *Библиографический список*

1. **Кузнецов, Д.** Плюсы и минусы водородного топлива Monstər Auto, 2015. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.monsterauto.ru/techno/plyusy-i-minusy-vodorodnogo-topliva/> (дата обращения: 17.11.2021).
2. Toyota Mirai – серийный автомобиль на водороде Science Debate, 2017. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sciencedebate2008.com/toyota-mirai-hydrogen-fuel-cell-vehicle/> (дата обращения: 17.11.2017).
3. Водород на транспорте/АБС АВТО, 2018 [Электронный ресурс]. – URL: <https://abs-magazine.ru/article/vodorod-na-transporte>
4. Автомобиль на водородном топливе / Авто мир, 2017. [Электронный ресурс]. – URL: <http://at-servise.ru/avtomobil-na-vodorodnom-toplive/> (дата обращения: 20.11.2017).
5. Водородный недород: что мешает продвижению автомобилей на легком газе РБК, 2017. [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.rbc.ru/own\\_business/02/08/2017/5979d1ac9a7947802604085f](https://www.rbc.ru/own_business/02/08/2017/5979d1ac9a7947802604085f)
6. Применение водородного топлива на автотранспорте/ SDS AUTO, [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdsauto.com/content/14-primenenie-vodorodnogo-topliva>



## ВЛИЯНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ ЛОБОВЫХ СТЕКОЛ НА АВТОМОБИЛЬНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ

Понятие безопасность на автомобильном транспорте закладывается задолго до того момента, как автомобиль выезжает на дороги общего пользования. Особую роль в этой системе занимают ветровые автомобильные стекла. Они оказывают свое влияние на многие аспекты понятия «безопасность на автомобильном транспорте»:

Активная безопасность – главная задача ветрового стекла – это обеспечение информативности движения автомобиля на дороге. В любое время дня и ночи, в любые погодные условия водитель должен видеть дорожную обстановку без искажений и бликов.

Пассивная безопасность – стекло должно обладать качествами, которые сводят к минимуму вероятность телесных повреждений водителя и пассажиров автомобиля.

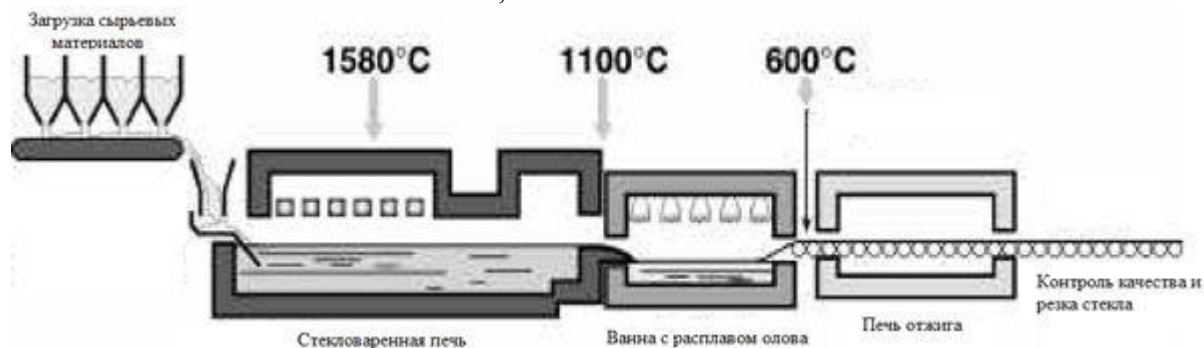
Современное ветровое стекло изготавливается в соответствии с рядом международных стандартов, таких как: ISO 9001, IATF 16949 и 43 правило ЕЭК ООН. Требования данных стандартов предъявляются как для продукции предприятий (автомобильных ветровых стекол) так и для самого производства, его системы менеджмента качества.

Для производства автомобильных лобовых стекол используют технологию триплекс. Стеклопакет состоит из двух полированных флоат-стекол, которые соединены между собой поливинилбутирольной (ПВБ) пленкой.

Дефекты лобовых стекол делятся на: разрушающие, функциональные и косметические. В данной работе подробно рассмотрим такой функциональный дефект как оптическое искажение.

Причин для появления оптических искажений при производстве автомобильного стекла может быть несколько, а именно: издержки флоат технологии, дефекты ПВБ пленки, но самой распространенной является нарушение технологического режима при придании стеклу необходимой геометрии и формы, данный процесс называется молированием.

1. Флоат это технология изготовления стекла путем литья стекломассы в емкость с расплавленным оловом, а дефект - это издержки технологии. Дефект выражается в виде газовых пузырей включенных в поверхность стекломассы. Размер пузырей находится в пределах от 0,4 мм до 10 мм. Более крупные отсеиваются на ранних этапах производства стекла, автоматическими инспекциями, поэтому до финальных этапов не доходят. В пузырях заключаются разные газы: CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub> и др. Пузыри ухудшают вид стекла, прозрачность, химическую устойчивость, механическую прочность, а также могут создавать преломление света, оптические искажения.



**Рис.1 Технология производство Флоат-стекла.**

2. Триплекс – это технология изготовления многослойного стекла, она заключается в склеивании заготовок из полированного стекла между собой с помощью поливинилбутирольной (ПВБ) пленки. При производстве многослойного стекла используется пленка опре-

деленной толщины, как правило от 0,55 до 0,85мм, это необходимо для соблюдения геометрических параметров стекла, лучшей адгезии и ряда других потребительских свойств стеклопакета. Прежде чем поступить на линию по сборке пакета ПВБ пленку раскатывают валами для достижения необходимой толщины, а также параметров раскроя.

На этом этапе часто встречается дефект волнистости пленки, из-за износа узлов вала, происходит неравномерный прокат пленки, а при сборке стеклопакета происходит неравномерное прилегание, разность адгезии в точках соприкосновения. Готовое лобовое стекло с использованием такой пленки на испытаниях покажет довольно сильные оптические искажения. Данная продукция не безопасна для использования и не доходит до потребителя

3. Этап молирования выглядит следующим образом: формируется пакет стекол большое/малое (внешнее/внутреннее), стороны поверхность соприкосновения стекол обрабатываются пересыпкой для того чтобы: не допустить возникновения потертостей и царапин внутри пакета от соприкосновения стекол до сборки стеклопакета; была возможность выровнять положение стекол относительно друг друга при установке на форму молирования; предотвратить «сваривания» стекол в печи.

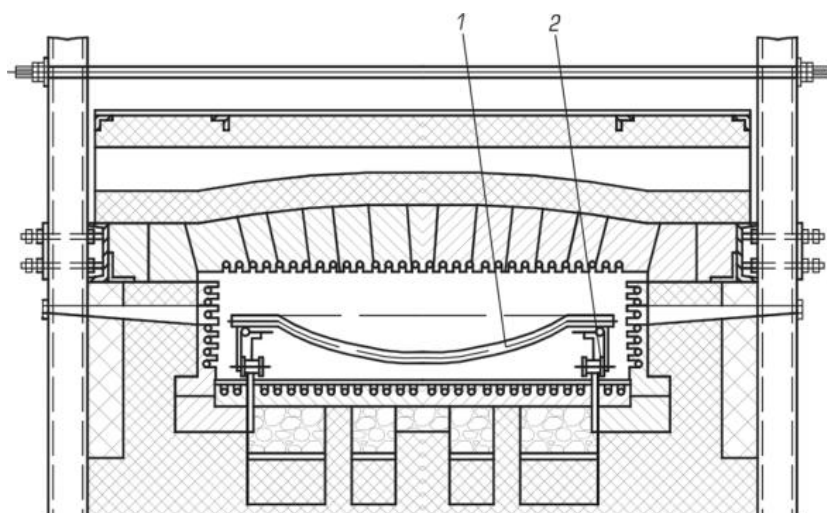
Пакет стекол устанавливается на форму, выравнивается относительно друг друга и упоров формы, а затем отправляется в печь.



**Рис.2. Формы молирования стекла**

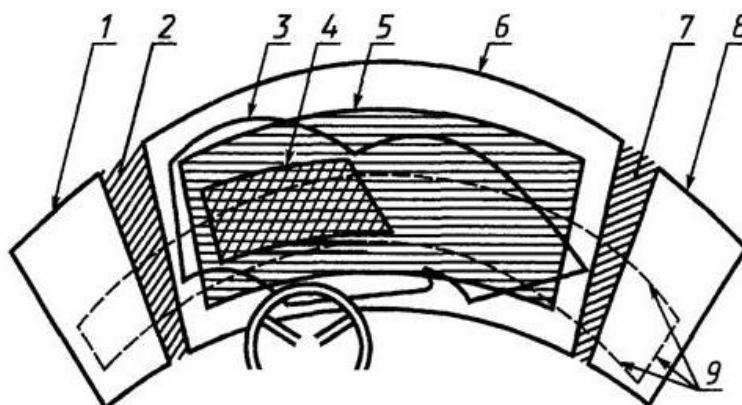
Стекло поступает в туннель печи с нагревательными элементами и при температуре от 450 до 620— 660 °С приобретает пластичность. В таком состоянии стекла постепенно принимают форму заданную матрицей.

После молирования стекло перемещается в обдувочную камеру, где при давлении (7—10) x 10<sup>-3</sup> Мпа происходит закалка, температура постепенно опускается до 350—400 °С. После молирования стекло в течении 30-35 секунд выводят из печи. Полный цикл занимает около часа. Несоблюдение температурного и временного режима приведет к провису стекла, нарушению геометрии, образованию оптических искажений. Плохая геометрия не позволит качественно вклеить стекло, а вот оптические дефекты напрямую влияют на безопасность во время движения автомобиля.



**Рис 3. Горизонтальная печь для производства молированного стекла**  
1-рама(форма); 2-тележка

Оптические искажения на ветровых стеклах нормируются требованиями 43 Правила ЕЭК ООН и ГОСТом 5727-88. Согласно нормам оптические искажения ветровых стекол (изменение диаметра спроецированных на экран кружков) не должны превышать  $\pm 2,5$  мм в зонах А и  $\pm 7$  мм - в зоне В. Для всех частей зоны А, расположенных на расстоянии менее 100 мм от края ветрового стекла, допускается оптическое искажение 7 мм.



**Рис.4. Расположение зон ветрового стекла**

1. Граница прозрачной части левого бокового окна; 2. Левая боковая стойка переднего окна; 3. Контур очистки переднего окна; 4. Граница нормативной зоны А; 5. Граница нормативной зоны В; 6. Граница прозрачной части переднего окна; 7. Правая боковая стойка переднего окна; 8. Граница прозрачной части правого бокового окна;

9. Следы от плоскостей, являющихся границами нормативного поля обзора П

На производстве ежедневно проводятся испытания готовой продукции на безопасность в том числе и на оптические искажения. Исследования проводятся в лаборатории контрольно-измерительных систем (КИС) в соответствии с ГОСТ 33003-2014 Методы определения оптических искажений.

В настоящее время в статистике не учитывается количество ДТП к которым привели производственные критические дефекты лобовых стекол, но стоит отметить, что оптические искажения значительно ухудшают восприятие дорожной обстановки, а в темное время суток могут стать причиной ослепления водителя. Современные автомобильные стекла должны соответствовать всем стандартам безопасности, поэтому важно не допустить попадания лобового стекла с критическим для безопасности дефектом к установке на автомобиль.

### *Библиографический список*

1. Международный стандарт ISO 9001 «Системы менеджмента качества»
2. Международный отраслевой стандарт IATF 16949
3. Правило ЕЭК ООН № 43 «Единые предписания, касающиеся безопасных материалов для остекления и их установки на транспортных средствах»
4. ГОСТ 5727-88 «Стекло безопасное для наземного транспорта. Общие технические условия»
5. ГОСТ 33003-2014. «Стекло и изделия из него. Методы определения оптических искажений».

УДК 621

ДРАНИЦИНА А.С., ДАГЕСТАНСКАЯ С.С., ХАЙДЯРОВ Р.А.

### **ВЛИЯНИЕ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПЕШЕХОДА НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Каждый день, выходя на улицу, человек автоматически становится участником дорожного движения. Роль пешехода в дорожно-транспортной системе очень велика, так как пешеход является самой уязвимой категорией участников дорожно-транспортного движения, которая никак не защищена физически.

Вторым по количеству видов ДТП продолжает оставаться наезд на пешехода. Две трети погибших пешеходов (67,1%) погибают по собственной неосторожности, вследствие несоблюдения правил дорожного движения.

Данная тема как никогда остается актуальной, особенно в современном мире новых технологий. Ведь сами современные технологии могут оказывать на безопасность как негативное, так и положительное влияние. Отсюда возникает вопрос – как обезопасить пешехода на дороге и какие факторы влияют на создание аварийной ситуации с точки зрения психофизиологии человека.

В центре внимания психофизиологии находится роль физиологических процессов, связанных с психологией человека. Одним из компонентов психофизиологии является психотип.

Психотип — это психические характеристики личности, определяющие реакции индивидуума на внешние раздражители и стиль поведения. Существует 8 цветных психотипов (коричневый, красный, зеленый, черный, синий, желтый, серый, фиолетовый). Разработка решений проблемы для каждого психотипа нецелесообразна – к каждому психотипу нужен свой подход и индивидуальное решение. Например, то, что подойдет коричневому не подойдет красному психотипу, так как люди с коричневым психотипом стараются соблюдать все правила дорожного движения, они не будут переходить дорогу в неположенном месте или на красный свет, что не скажешь про люди с красным психотипом. Также у каждого человека есть темперамент, характер, который является индивидуальной составляющей человека, как и психотип, что не скажешь о бессознательном, сознательном. Бессознательное и сознательное несут в себе одинаковые функции у всех людей. К категории бессознательного могут быть отнесены действия, которые человек довел до автоматизма, т.е. когда человек учит новое действие или правило, то оно уходит на бессознательный уровень, если его довести до автоматизма. Большая часть программирования социальной деятельности осуществляется автоматически. На данный момент нет четко сформированных и регламентируемых обязательных правил обучения пешеходов и водителей, поэтому необходимо

создать определенную стратегию обучения, ввести определенные модели обучения на разных стадиях обучения (в детсадах, школах и университетах), а не хаотичные, несистематизированные мероприятия, которые проводятся на данный момент. Если водителей на этапе их обучения в автошколе учить безопасному вождению и довести его до автоматизма, то безопасное вождение уйдет на бессознательный уровень, что может положительно сказаться на дорожной ситуации. Для пешеходов методом решения может быть изучение правил дорожного движения с ранних лет (детсад), включающие в себя практические занятия (в виде игры), так как детский мозг является более гибким; в школах – ввести экзамен на знание ПДД, ориентированный на безопасность пешеходного движения и т.д.

УДК 621

ДУХОВСКОЙ А.М., КУСТИКОВ А.Д.

### **ДЕФЕКТЫ РУЛЕВОЙ РЕЙКИ И КОРРЕКТИРОВАНИЕ ЕЕ ОБСЛУЖИВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Рулевая рейка (рис. 1) предназначена для передачи момента вращения руля через карданный и зубчатый вал на горизонтальный реечный механизм, поступательное движение которого через специальные наконечники с рычагами обеспечивает поворот колёс вокруг их оси

К признакам дефектов рулевой рейки относятся: стук, утечки жидкости, биение и люфт рулевого колеса.



**Рис. 1. Рулевая рейка Ford Transit**

Согласно ранее проведенным исследованиям причиной стука являются увеличенный зазор в зацеплении ведущей шестерни с зубчатой рейкой, а также зазор между упором рейки и рейкой вследствие износа антифрикционного материала упора рейки [3].

На автомобилях Ford Transit преждевременный износ деталей рулевого механизма является следствием разрыва пыльника, через который на рулевую рейку попадает влага и грязь. В результате на червячной паре увеличивается люфт.

Воздух, находящийся под пыльниками рулевых тяг, должен беспрепятственно перепускаться из одного пыльника в другой, чтобы пыльники не раздувались и не сжимались, оставаясь герметичными. В рассматриваемой конструкции пыльники объединены отдельной трубкой – воздухопроводом. Из-за неплотного соединения трубки с пыльником внутрь рейки поступает воздух, содержащий водяные пары. Появление влаги под пыльниками рейки приводит к разрушению сальников (рис. 2), что влечет за собой утечку масла (рис. 3).



**Рис. 2. Левый сальник штока**



**Рис. 3 Утечка масла**

Полагаясь на научные разработки кафедры Автомобильный транспорт НГТУ им. Р.Е. Алексеева [1-3], оценить состояние деталей реечного механизма можно путем анализа состояния рабочего масла. В табл. 1 приведены результаты анализа пробы масла, взятого на пробеге 75 000 км из исправного реечного механизма микроавтобуса Ford Transit.

**Таблица 1**

**Показатели свойств масла при пробеге 75 000 км микроавтобуса Ford Transit**

<i>№</i>	<i>Наименование показателей</i>	<i>Нормы</i>	<i>Фактически</i>	<i>Методы испытаний</i>
1	Плотность при 20°C, г/см <sup>3</sup> , не более	0,930	0,923	ГОСТ 3900
2	Вязкость кинематическая при 100°C, мм <sup>2</sup> /с, (сСт)	14,0-16,0	14,60	ГОСТ 33
3	Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °C, не ниже	185	198	ГОСТ 4333
4	Температура застывания, °C, не выше	-20	- 25	ГОСТ 20287
5	Массовая доля механ. примесей, %, не более	0,0300	0,0298	ГОСТ 6370
6	Массовая доля воды, %, не более	следы	следы	ГОСТ 2477
7	Испытание на коррозию (3 часа при 100°C) на пластинах из стали и меди	выдерживает	не выдерживает	ГОСТ 2917
8	Массовая доля активных элементов серы, не более, %	-	-	ГОСТ 1437
9	Содержание водорастворимых кислот и щелочей	отсутствие	отсутствие	ГОСТ 6307
10	Совместимость с резиной УИМ-1 (по изменению объема), %	4-10	11,09	ГОСТ 9.03 ГОСТ 23652

Согласно проведенному анализу масло к пробегу 75 000 км уже потеряло свои свойства и не выдерживает испытание на коррозию и совместимость с сальниками. При этом на исследуемом автомобиле не было видимых повреждений пыльников и утечек масла, что указывает на необходимость корректирования перечня операций технического обслуживания путем расчета оптимальной периодичности замены масла в реечном механизме.

Для предупреждения дефектов предложено сформировать выборку наработок, при которых результат анализа на совместимость с резиной был выше нормы.

*Таблица 2*

**Наработки с превышением нормы совместимости с резиной**

78969	78849	76818	78557	79614
77616	75707	78839	76724	78828
76697	74730	78601	75909	79996

Методом по допустимому уровню безотказности оптимальную периодичность замены масла получается 72860.

Для автомобиля Ford Tranzit установленная заводом-изготовителем периодичность ТО составляет 15 000 км. С целью оптимизации рабочего времени замену следует проводить замену масла в рейке каждые 75 000 км, что является кратным периодичности ТО.

Если после простоя авто присутствуют следы утечек, то необходимо сделать полную диагностику рулевого управления. А восстановление означает: смену сальников, пыльников и уплотнителей колец. В случае если рулевая рейка только незначительно деформировалась либо в ней возникла ржавчина, то в таком случае необходимо её отшлифовать, чего будет абсолютно достаточно.

***Библиографический список***

1. **Корчажкин М.Г.** Совершенствование нормативов технической эксплуатации городских автобусов / Кузьмин Н.А., Кустиков А.Д. – Н.Новгород: Труды НГТУ, 2012, №4. – С.168-174.
2. **Кустиков А.Д.** Диагностика современных автомобилей / Кузьмин Н.А. – М: Инфра-М, Высшее образование. Магистратура, 2021. – 229с.
3. **Прошин Д.Н.** Обоснование периодичности технического обслуживания рулевого механизма MITSUBISHI PAJERO SPORT II / Кузьмин А.Н., Кустиков А.Д. – Оренбург: Интеллект. Инновации. Инвестиции №7, 2019. - С. 120-128.

УДК 621.113

ЗАХАРОВА Т.Э., БАКЛАНОВ Д.Д., ГОНЧАРОВ К.О.

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ  
НА ПЕРЕКРЕСТКЕ В СРЕДЕ ANYLOGIC**

Нижегородский технический университет им. Р.Е. Алексеева

Объектом исследования с целью повышения пропускной способности дороги является перекрёсток ул. Ванеева – ул. Агрономическая города Нижнего Новгорода.

Цель исследования - поиск решения по оптимизации пропускной способности перекрёстка с помощью имитационного моделирования.

Ранее на исследуемом объекте было проведено натурное исследование, в результате чего были получены данные о строении перекрёстка и интенсивности движения транспортных

средств, проезжающих перекрёстков за единицу времени в часы-пик. Именно эти данные закладываются в модель.

Процесс формирования модели выглядит следующим образом:

1) построение перекрёстка – на данной стадии процесса используется элемент «Дорога» Библиотеки дорожного движения среды AnyLogic, а также следующие данные о перекрёстке, полученные при проведении натурного исследования: разрешённые направления движения и количество полос движения в каждом направлении;

2) создание транспортных потоков – эта стадия процесса осуществляется при помощи следующих блоков: Car Source – блок источника транспортных средств, Car Move To – блок перемещения и Car Dispose – блок завершения транспортного потока (рис.1), при этом используются такие данные как: типы автомобилей, их направления движения и количество.

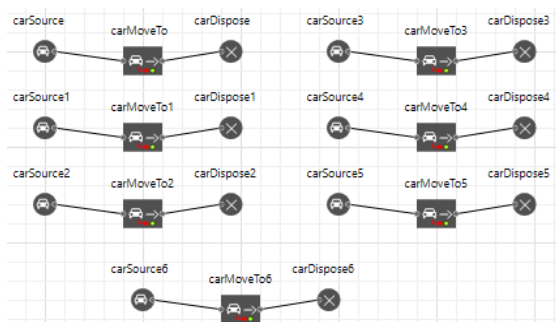


Рис. 1. Модели транспортных потоков подхода П4



Рис. 2. Участки перекрёстка с низкой пропускной способностью

После создания и запуска модели можно определить на каких участках перекрёстка снижается пропускная способность (рис.2).

Для достижения цели исследования необходимо рассмотреть варианты повышения пропускной способности на проблемных участках перекрёстка и с помощью имитационного моделирования выбрать наиболее оптимальный - установка светофора или запрет поворота налево подхода П4.

Наиболее оптимальным вариантом повышения пропускной способности перекрёстка является запрет поворота налево подхода П4.

1. Карпов, Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5/ Ю. Г. Карпов. — СПб: БХВ-Петербург, 2006

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. 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. У больших автомобилей он выступает в роли главного «силового» эле-



мента корпуса. Конструкция лонжерона должна при минимальном весе, обеспечивать требуемую жесткость и пассивную безопасность за счет поглощения энергии соударения.

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 в силу того, что лонжерон должен гасить удары и эффективно поглощать энергию.

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 – то 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 сварке при ремонте поврежденных кузовных элементов. Кроме этого, данные испытания позволят выбрать оптимальный процесс и вид сварки.

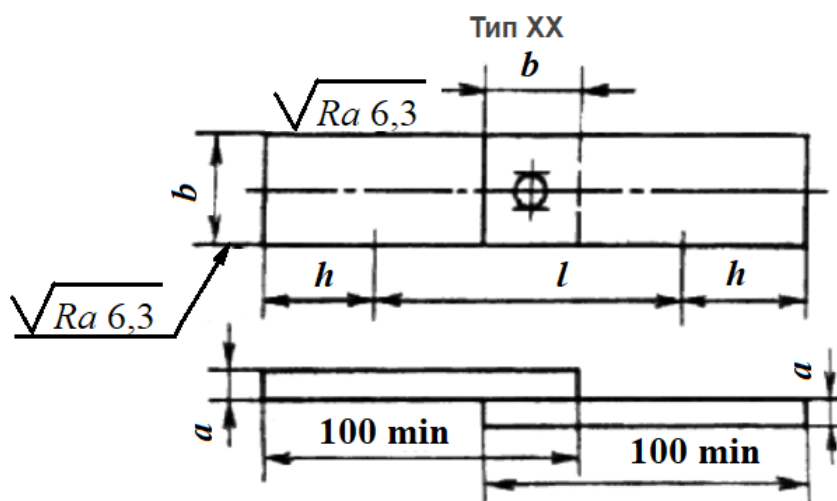


Рис. 1. Образец испытания на срез

**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.

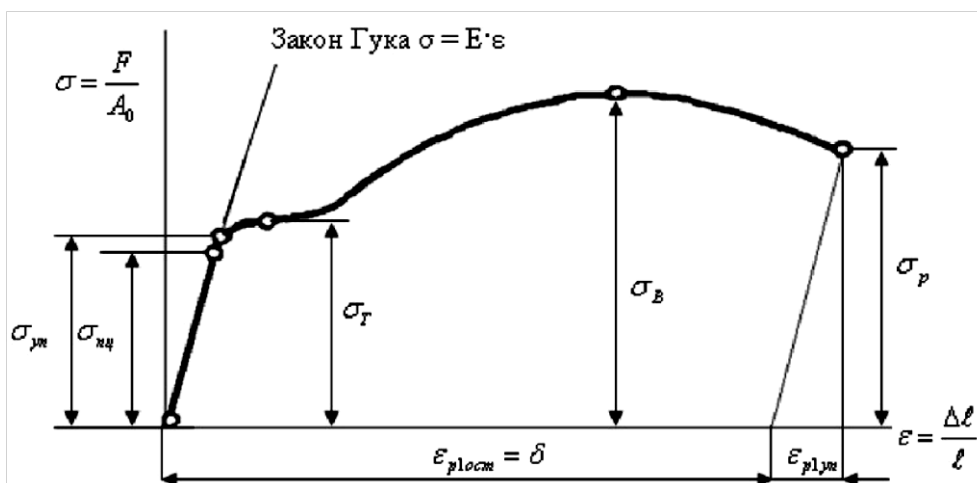
Порядок проведения испытаний, следующий:

- 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  $P_B$ .

При испытании образца рассчитываются прочностные показатели (рис.5):

- предел текучести  $\sigma_T = P_T/S$ , где  $S$  – площадь поперечного сечения;
- временное сопротивление  $\sigma_B = P_B/S$ .

На рис. 2:  $\sigma_{пл}$  – предел пропорциональности;  $\sigma_{уп}$  – предел упругости;  $\sigma_T$  – предел текучести;  $\sigma_B$  – временное сопротивление (разрыву);  $\sigma_p$  – напряжение в момент разрыва;  $\epsilon$  – относительная линейная деформация.



**Рис.2. Диаграмма растяжения «нагрузка-удлинение»**

Описанная методика испытаний была использована в [4]. Результаты лабораторных стендовых испытаний приведены в табл. 2.

**Таблица 2**

**Результаты лабораторных испытаний на прочность сварной точки**

Способ сварки	Ручная газовая	Электроконтактная (заводская)	Полуавтоматическая в среде CO <sub>2</sub>	Полуавтоматическая в среде CO <sub>2</sub> по проколотым отверстиям
Усилие разрыва, кгс	290...338	360...382	425...458	480...525

Лабораторные исследования качества сварных соединений показали, что прочность сварной точки, выполненной в среде защитного газа по ремонтной технологии, не уступает прочности точечной сварки, выполненных в условиях завода-изготовителя автомобилей.

Получив результаты лабораторных испытаний, сравним их с минимально допустимой прочностью сварных точек, выполненных контактной точечной сваркой для стальных изделий, которая указана в ОСТ 92-1114-80 [2]. Минимально допустимая прочностью сварных точек, выполненных контактной точечной сваркой для стальных изделий толщиной 1 мм равна 3820 Н или 400 кгс. Как видим, результаты лабораторных испытаний являются положительными и наиболее приближенными к прочности сварных соединений, указанных в [2].

Кроме этого, с помощью данной методики мы можем проверить прочность сварной точки, путем сравнения напряжения при срезе, которые получены в ходе испытания с максимально допустимым напряжением. После того, как зафиксирована максимальная нагрузка  $P_b$ , приложенная к сварному соединению, можно произвести расчет сварного соединения, выполненного контактной сваркой или заклепкой. Для этого можно воспользоваться зависимостью для расчета прочности односрезного сварного соединения:

$$\tau = \frac{4F}{i \pi d^2} \leq [\tau']_T,$$

где  $[\tau']_T$  – допускаемое напряжение в точке на срез;  $i$  – число сварных точек в соединении;  $d$  – диаметр точки.

Рассчитанный результат напряжения среза необходимо сравнить с допускаемым напряжением среза для Стали 08кп, который по техническим справочникам равняется 550 кгс/см<sup>2</sup>.

Сравнив результат с нормируемым, можно сделать вывод о прочности сварных точек, выполненных разными видами сварок.

Рассмотренный метод определения прочности сварных соединений, выполненных разными видами сварок с помощью лабораторных испытаний позволяет нам 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. ГОСТ 92-1114-80: Соединения сварные. Общие технические условия, 1980
3. ГОСТ 12004-81: Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение. М.: Стандартиформ, 2009.
4. **Прохорова, Б.В.** Автомобили ВАЗ. Ремонт кузовов. Часть 1. Издание первое, под редакцией канд. техн. наук Тольятти: ОАО НВП «ИТЦ АВТО», 2001.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ЛОНЖЕРОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОСЛЕ СВАРОЧНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

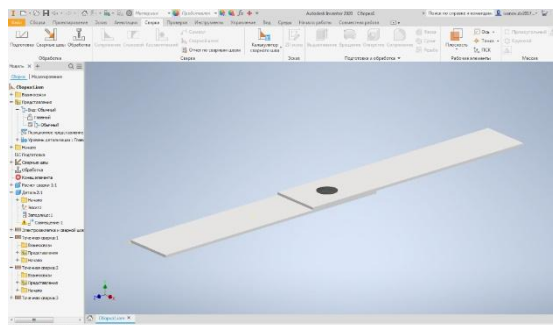
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

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. У больших автомобилей он выступает в роли главного «силового» элемента корпуса. 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. Поэтому разработка методов определения прочности лонжеронных конструкций после выполнения над ними сварочно-восстановительных работ является актуальной.

Испытания на прочность можно проводить путем имитационного моделирования в системе автоматизированного проектирования (САПР) Autodesk Inventor или на специальных лабораторных испытательных стендах.

Рассмотрен способ моделирования испытания сварных образцов на срез в САПР и на испытательном стенде.

Для этого была создана 3D модель сварного образца детали (рис. 1). Затем, при помощи команды «Калькулятор сварного шва» задана нагрузка и проверены образцы, изготовленные точечной сваркой и электрозаклепками, а также испытаны образцы стыковых и угловых сварных швов. Результаты испытаний приведены на рис. 2



**Рис.1. Образец сварной детали для испытания, выполненный в программе**

Допустимое напряжение	$\sigma_D$	130,667 МПа
Напряжение точечного среза	$T_1$	7,460 МПа
Напряжение вырыва	$T_2$	2,984 МПа
Базовое напряжение	$\sigma_s$	11,478 МПа
Макс. действующая сила	$F_{\text{макс}}$	17076,860 Н
Проверочный расчет		<b>Положительный</b>

**Рис. 2. Результаты испытаний**

Аналогичные испытания проведены на лабораторном стенде [1].

Сравнивая результаты экспериментальных исследований сварных образцов с помощью моделирования в САПР и с помощью специальной разрывной машины, можно сделать следующие выводы. Результаты, полученные при испытаниях на разрывной машине и путем моделирования, дают возможность выбирать оптимальный вид сварки при кузовном ремонте автомобиля. Сравнения показали, что результаты моделирования в САПР являются достоверными. Использование САПР при испытании как сварных образцов, так и сварных элементов кузова автомобиля является актуальным, позволяет получить достоверные результаты, не прибегая к дорогостоящим стендовым испытаниям.

## МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ СОЕДИНЕНИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ РАЗНЫМИ ВИДАМИ СВАРОК, В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При эксплуатации автомобиля может возникнуть потребность в кузовном ремонте элементов кузова. 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 в силу того, что лонжерон должен гасить удары и эффективно поглощать энергию.

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 методики испытаний образцов сварных соединений, выполненных разными видами сварок в системе автоматизированного проектирования.

Качество сварных элементов может быть проверено разрушающим контролем сварных соединений, путем 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 сварке при ремонте поврежденных кузовных элементов. Кроме этого, данные испытания позволят выбрать оптимальный процесс и вид сварки.

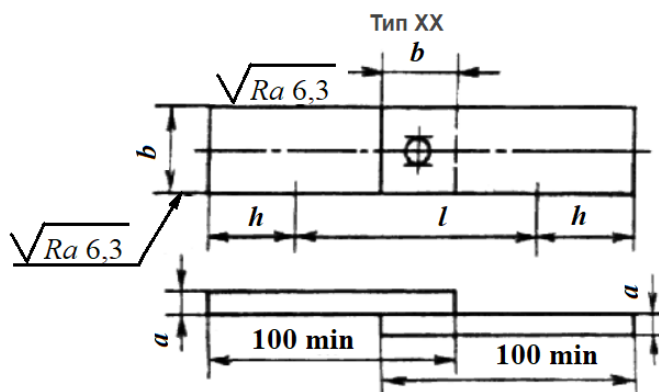


Рис. 1. Образец испытания на срез

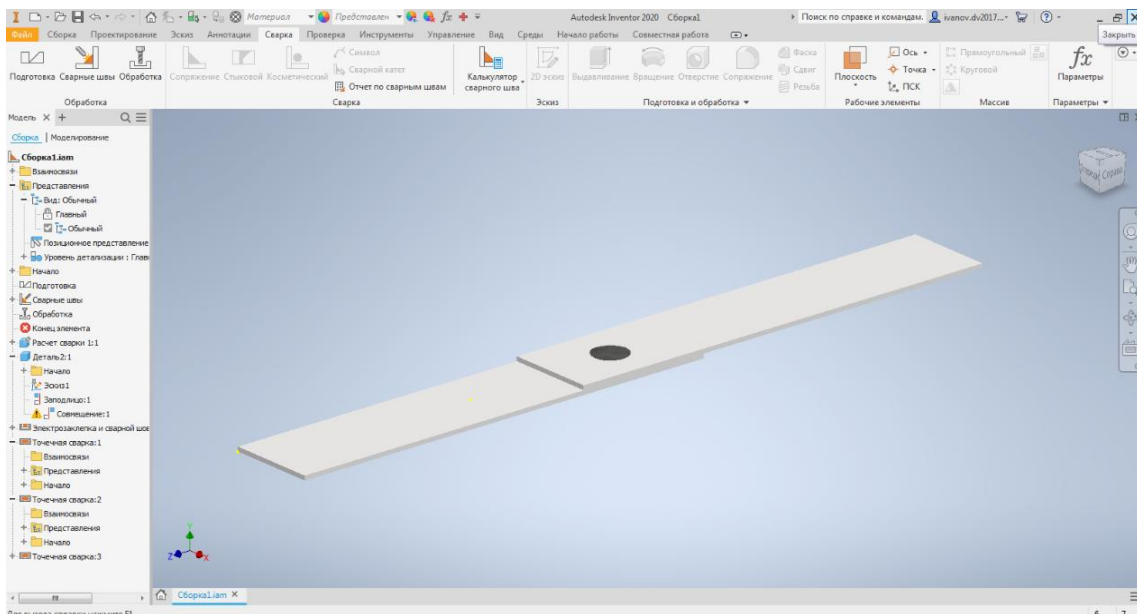
**Таблица 1.**  
**Размеры образцов**

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

Подобные испытания можно проводить путем имитационного моделирования в системе автоматизированного проектирования (САПР) Autodesk Inventor.

САПР трёхмерного твердотельного и поверхностного параметрического проектирования Autodesk Inventor позволяет провести испытания сварных образцов на срез и получить необходимые данные. С помощью данной программы можно проводить испытания как сварных образцов, которые мы подготовили в соответствии с ГОСТ 6996-66 [1], так и сварных элементов кузова автомобиля, что может дать существенный шаг в области проверок и испытания элементов кузова автомобиля после их ремонтных работ с помощью сварки.

Изначально, в САПР Autodesk Inventor необходимо выполнить 3D модель сварного образца детали, который мы испытываем на разрыв в соответствии с ГОСТ 6996-66 [1]. Данный образец представлен на рис. 2. Затем, в параметрах сварки мы можем выбрать «Калькулятор сварного шва», в котором данный образец (два листа металла, сваренных в одной точке), можно испытать для разных видов сварки. САПР дает возможность испытать с помощью калькулятора образцы, изготовленные точечной сваркой, электрозаклепками, а также испытать образцы стыковых и угловых сварных швов. Рассмотрены были калькулятор точечной сварки и калькулятор электрозаклепки.



**Рис. 2. Образец сварной детали для испытания, выполненный в программе**

Калькулятор позволяет выбрать прикладываемую нагрузку, выбрать размеры пластин и выбрать материал образцов и его свойства, как показано на рис. 3. После выбора параметров рассчитывается сварной элемент и получают результаты. Калькулятор показывает ре-

зультаты, в которых отображены: допустимое напряжение  $\sigma_D$ , напряжение точечного среза  $T_1$ , напряжение вырыва  $T_2$ , базовое напряжение  $\sigma_S$ , максимально действующую силу  $F_{max}$  и проверочный расчет при заданной нагрузке, пример которых изображен на рис. 4.

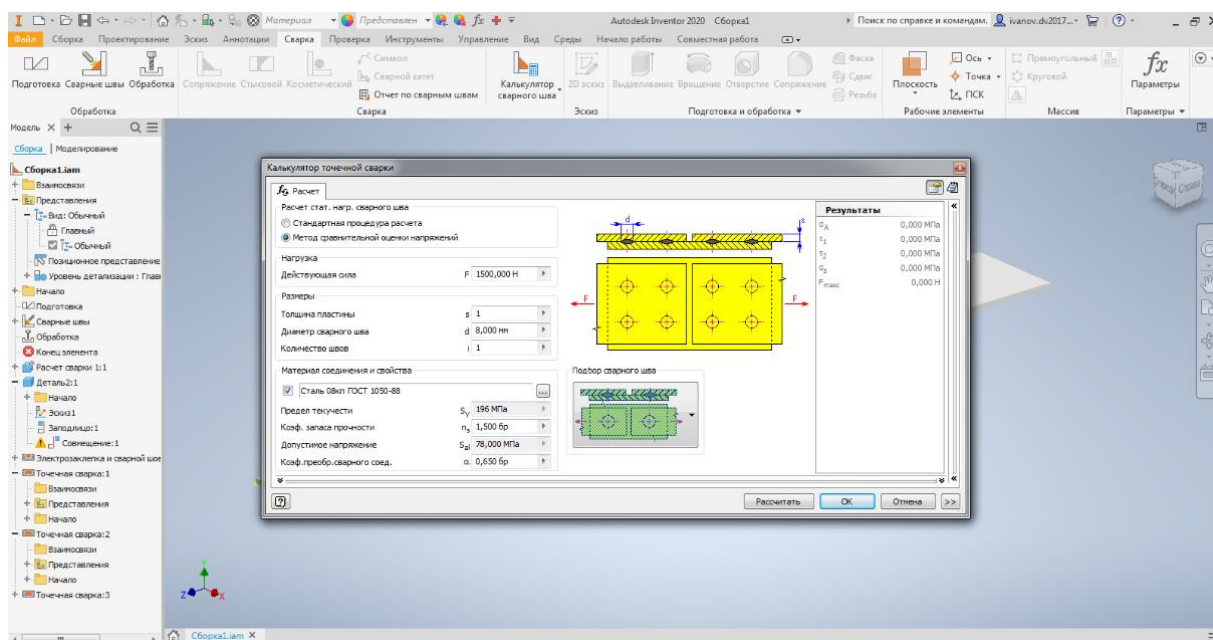


Рис. 3. Выбор параметров испытания

Допустимое напряжение	$\sigma_D$	130,667 МПа
Напряжение точечного среза	$T_1$	7,460 МПа
Напряжение вырыва	$T_2$	2,984 МПа
Базовое напряжение	$\sigma_S$	11,478 МПа
Макс. действующая сила	$F_{max}$	17076,860 Н
Проверочный расчет		<b>Положительная</b>

Рис. 4. Результаты испытаний

Использование САПР при испытании как сварных образцов, так и сварных элементов кузова автомобиля является актуальным на сегодняшний день, но требует индивидуального подхода для испытания необходимых элементов и глубокой проработки вопроса для создания натуральных условий испытания образцов с помощью программы Autodesk Inventor.

Описанная методика испытаний образцов сварных соединений, выполненных разными видами сварок, в системе автоматизированного проектирования позволяет нам проводить испытания отремонтированных элементов кузова автомобиля, что сокращает время и затраты на проведение испытаний, тем самым увеличивая технологический процесс выполнения операций, связанных с кузовным ремонтом автомобилей.

#### Библиографический список

1. ГОСТ 6996-66: Сварные соединения. Методы определения механических свойств. М.: Стандартинформ, 2006.
2. ОСТ 92-1114-80: Соединения сварные. Общие технические условия, 1980
3. ГОСТ 12004-81: Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение. М.: Стандартинформ, 2009.
4. Автомобили ВАЗ. Ремонт кузовов. Часть 1. Издание первое, под редакцией канд. техн. наук Б.В.Прохорова. Тольятти: ОАО НВП «ИТЦ АВТО», 2001.

## АНАЛИЗ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО АЛГОРИТМА КЛАРКА-РАЙТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ VRP

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Проанализирован и усовершенствован один из эвристических методов решения задачи маршрутизации транспорта, а именно алгоритм Кларка-Райта. Рассмотрена математическая модель метода, параметры алгоритма и результаты его тестирования.

За последние два десятилетия интерес к проблеме маршрутизации транспортных средств значительно возрос. Это обуславливается тем, что стоимость доставки товаров стала ключевым фактором для большинства транспортных компаний. Задача сводится к созданию оптимальных маршрутов доставки товаров из одного или нескольких складов в ряд географически разбросанных городов или клиентов с учетом ограничений. Решение данной задачи позволяет рационально составить маршруты, снизить расход топлива и затраты времени на перевозку за счет снижения пробега транспортного средства.

Постепенно строится возможное решение, при этом учитывается его стоимость, но не содержится фаза улучшения. Наиболее широкое распространение получил Метод Кларка-Райта, принадлежащий к классу конструктивных методов, является наиболее известной эвристикой для VRP. Метод основан на понятии эффекта (выгоды), который получается от объединения двух маятниковых маршрутов в один кольцевой.

Каждый из маятниковых маршрутов начинается и заканчивается в депо, как правило, имеющим нулевой индекс.

Эффект от объединения этих двух маршрутов в один равен

$$f_{ij} = l_{0i} + l_{j0} - l_{ij}$$

где  $l_{0i}$  – расстояние от центрального пункта до пункта  $i$ ,  $l_{j0}$  – расстояние от пункта  $j$  до центрального пункта,  $l_{ij}$  – расстояние между пунктами  $i$  и  $j$ .

Таким образом, некоторые маршруты можно объединять, в соответствии с величиной «выгоды», в более крупные маршруты. Решение заканчивается, когда дальнейшее объединение маршрутов станет невозможно. Это может быть по двум причинам: либо не осталось ни одного положительного значения выгоды (т.е. объединять невыгодно), либо при объединении превышает грузместимость автомобиля, что нарушает одно из правил задачи маршрутизации транспорта.

Однако, у данного метода есть и недостатки, одним из них является то, что эффективность его работы падает по мере приближения к концу вычислений, в то время как в начале работы решения получаются относительно удачные.

Во избежание этого, базовый алгоритм претерпел изменения, которые были предложены Gaskell [2], Paessens [3], Altinel и Oncan [4], Doyuran и Catay [5]. Таким образом, формула Кларка-Райта приобрела следующий вид:

$$s_{ij} = \left[ \frac{c_{i0} + c_{0j} + \lambda c_{ij}}{c^{max}} \right] + \left[ \mu \frac{\cos \theta_{ij} |c^{max} - (c_{i0} + c_{0j})/2|}{c^{max}} \right] + \left[ v \frac{|\bar{d} - (d_i + d_j)/2|}{d^{max}} \right]$$

где  $c_{ij}$  – расстояние между точками  $i$  и  $j$ ,  $c_{0i}$  и  $c_{0j}$  – расстояния между клиентом  $i$  и  $j$  и депо соответственно,  $\lambda$  – параметр формы маршрута,  $\mu$  – параметр, который учитывает асимметрию между клиентами  $i$  и  $j$  относительно их расстояния до депо,  $d_i$  – спрос клиента  $i$ ,  $v$  – параметр, учитывающий потребительские требования.  $\bar{d}$  – средний спрос клиентов,  $D$  – вместимость автомобиля,  $\gamma$  – параметр, указывающий информацию об оставшейся вместимости автомобиля,  $\theta_{ij}$  – коэффициент косинуса полярных координатных углов клиентов с депо,  $c^{max}$  – наибольшее расстояние среди всех пар клиентов,  $d^{max}$  – максимальный спрос



среди клиентов. Первые два слагаемых формулы отражают расстояния, а третье отражает спрос клиентов.

Основной целью является сравнительный анализ базового алгоритма Кларка-Райта и его окончательно модернизированной версии. В качестве среды для разработки алгоритма была выбрана профессиональная среда имитационного моделирования *AnyLogic*, основанная на языке программирования *Java*.

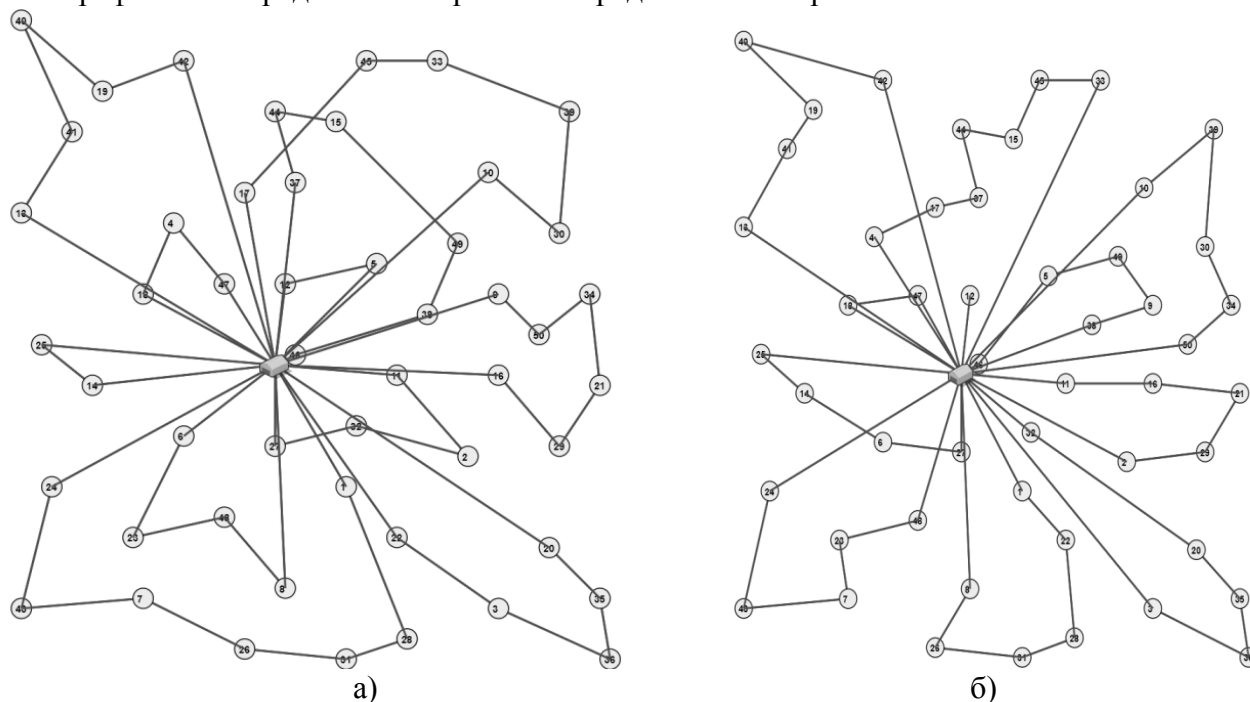
Тестирование производилось на одном из примеров библиотеки примеров VRP-задач *Set B*, разработанных Augerat в 1995 году [12]. Для него уже известно лучшее решение, что позволяет сделать сравнительный анализ базового алгоритма и модернизированного. В частности, была выбрана карта *P-n51-k10*, для которой оптимальный результат равен 741 у.е.

Учитывая то, что метод Кларка-Райта является не стохастическим, достаточно одного прогона для получения точного результата.

Для оценки модернизированного алгоритма, целесообразно проводить эксперимент с несколькими прогонами, для поиска наилучших значений параметров  $\lambda$ ,  $\mu$ ,  $\nu$ . Он состоял из последовательного изменения всех 3 параметров:

- 1) Параметр  $\lambda$  изменялся от 0 до 5 с шагом 0,5.
- 2) Параметр  $\mu$  также изменялся от 0 до 5 с шагом 0,5.
- 3) Параметр  $\nu$  – изменялся от -0.1 до 0.1, с шагом 0.02.

Графическое представление решения представлено на рис. 1.



**Рис.1. Визуализация решения на карте *P-n51-k10*:**  
а – базовым алгоритмом; б – модернизированным алгоритмом

Для сравнения полученные результаты сведены в табл. 1.

**Таблица 1**  
**Сводная таблица полученных результатов на карте *P-n51-k10*.**

Метод	Результат	Отклонение от оптимального результата, у.е.	Отклонение от оптимального результата, %.
Базовый	790.97	49.97	6.74
Модернизированный	756,76	15.76	2.12

Исходя из результатов, приведенных в таблице, можно сделать однозначный вывод о том, что модернизированный алгоритм Кларка-Райта качественно превосходит базовый. Его “выигрыш” составляет 1.19%.

Стоит отметить, что усовершенствованный метод показал такой результат на следующем наборе входных параметров-коэффициентов:

- 1) Параметр  $\lambda = 2$ ;
- 2) Параметр  $\mu = 0.5$ ;
- 3) Параметр  $\nu = 0.8$ .

По данным таблицы 1, можно сделать однозначный вывод, что модернизированный алгоритм превосходит базовый. С его помощью найдено решение (имеющее отклонение от оптимального результата в 2.12%), превосходящее найденное базовым методом (имеющее отклонение в 6.74%). Улучшение составило 4,62%.

Параметры, на которых был достигнут лучший результат: ( $\lambda = 2$ ,  $\mu = 0.5$ ,  $\nu = 0.8$ )., на рассмотренной карте, именно этот набор показал наилучшие результаты.

Дальнейший вектор развития исследования заключается в более тщательном тестировании модернизированного алгоритма, как на других примерах библиотеки примеров *Set B*, так и на других библиотеках *Set A*, *Set C*, *Set F*. Необходимо осуществить подбор значений параметров, дающих лучшие результаты на каждом из видов примеров. А также выработка рекомендаций по применению этих параметров и алгоритма в целом, в зависимости от количества клиентов и их расположения относительно депо.

### *Библиографический список*

1. **Dantzig G. B., Ramser J. H.** The truck dispatching problem //Management science. – 1959. – Т. 6. – №. 1. – С. 80-91.
2. Bases for Vehicle Fleet Scheduling. T.J.Gaskell – С.281.
3. **H. PAESSENS** Fachhochschule Flensburg, Fachgebiet Wirtschaft, D-2390 Flensburg, Germany, Fed. Rep. С.– 333.
4. A new enhancement of the Clarke and Wright savings heuristic for the capacitated vehicle routing problem. Bog˘azici University, Bebek, I˘stanbul, Tu˘rkiye; and 2 Galatasaray University, Ortako˘yu, I˘stanbul, Tu˘rkiye. – С. 129.
5. Journal of the Operational Research Society (2011) 62, 223 – 231. doi:10.1057/jors.2009.176 Published online 3 February 2010.
6. Грузовые автомобильные перевозки: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.Э. Горев. — 5-е изд., испр. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 288 с.
7. Исследование некоторых классических алгоритмов задачи маршрутизации транспорта. Сехпосян Арташес.2019. – С.14
8. **Golden B.L.** Implementing vehicle routing algorithms / B.L. Golden,
9. **T.L. Magnanti, H.Q. Nguyen** // Networks. \_ 1977. \_ № 7. \_ P. 113–148.
10. **Paessens H.** The savings algorithm for the vehicle routing problem //European Journal of Operational Research. \_ 1988. \_ № 34. \_ P. 336–344.)
11. **Desrochers M.** A matching based savings algorithm for the vehicle routing problem / M. Desrochers, T.W. Verhoog // Les Cahiers du GERAD G-89-04, Ecole des Hautes Etudes Commerciales de Montreal, 1989.
12. **Altinkemer K.** Parallel savings-based heuristic for the delivery problem /K. Altinkemer, B. Gavish // Operations Research. \_ 1991. \_ № 39. \_ P. 456–469.
13. **Augerat, P.,** Belenguer, J., Benavent, E., Corber’an, A., Naddef, D., Rinaldi, G. 1995.Computational results with a branch and cut code for the capacitated vehicle routingproblem. Tech. Rep. 949-M, Universit’e Joseph Fourier, Grenoble, France.

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ АВТОБУСОВ НА МАРШРУТЕ А-2  
«ОСТ. АКАДЕМИЧЕСКАЯ – АВТОВОКЗАЛ ЩЕРБИНКИ 2»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время городской транспорт - одна из общественно значимых отраслей городского хозяйства. В транспортной системе города пассажирский автомобильный транспорт занимает лидирующее место в обслуживании населения, т.к. служит для перевозки более 70 млн. пассажиров. Для перевозки людей используются автобусы различных классов. Зачастую на маршруте работает автобус, не соответствующий фактическому пассажиропотоку. Одной из важных характеристик пассажирского транспорта является коэффициент вместимости. Для получения его максимального значения необходимо, чтобы номинальная вместимость соответствовала фактической.

Использование автобусов большей вместимости на маршрутах с малым пассажиропотоком приводит к большим интервалам движения автобусов и к значительным временным затратам пассажиров на ожидание. Применение автобусов малой вместимости неэффективно при большой мощности пассажиропотоков, так как необходимо увеличение количества транспортных средств, отсюда возникает потребность в водителях, а также увеличивается загруженность улиц. [2]

В течение суток в городе функционируют утренние, дневные и вечерние маршруты. В будние дни преобладают поездки, связанные с трудовой деятельностью пассажиров, которые осуществляются в утренние и вечерние часы. Поскольку в рабочее время наблюдаются часы "пик" и часы спада пассажиропотоков, то проблема транспортного обслуживания населения города в часы пик является актуальной. Следовательно, для организации перевозок пассажиров необходимо грамотно составленное расписание.

Для устранения проблем, связанных с неэффективной организацией пассажирского транспорта следует провести анализ пассажиропотока по направлениям движения и часам суток, выбрать тип подвижного состава, исходя из значений пассажиропотока, определить требуемое количество ПС на маршруте и составить расписание движения автобусов, с учётом положения о режиме труда и отдыха водителей.

В рамках исследования был проведён анализ маршрута А-2 «ост. Академическая – Автовокзал Щербинки 2» города Нижний Новгород, в ходе которого было выявлено, что существующее расписание не соответствует ожиданиям пассажиров. Оно не обеспечивает равномерное распределение пассажиропотока в разные периоды времени, в связи с чем, в одно время автобусы могут быть максимально заполнены пассажирами, в другое время могут быть совершенно пустыми. Также немаловажной проблемой является неравномерный интервал между автобусами, в результате чего увеличивается время ожидания пассажирами транспортного средства.

С целью решения проблемы работы автобусов на маршруте А-2 «ост. Академическая – Автовокзал Щербинки 2» города Нижний Новгород было составлено расписание, которое может быть оптимальным в ближайшее время.

На рис.1. по вертикали отмечено наименование конечных и контрольных промежуточных пунктов маршрута, а по горизонтали по каждому рейсу указано время (ч, мин) прохождения автобусом контрольных пунктов. [1]

При осуществлении пассажирских перевозок в городе важно грамотно подходить к составлению расписания движения автобусов. Благодаря этому, пассажиропоток равномерно распределяется по всей длине маршрута, а также повышается эффективность передвижения населения по городу.

	1 автобус	2 автобус	3 автобус	4 автобус	5 автобус	6 автобус	7 автобус	8 автобус	9 автобус	10 автобус	11 автобус	12 автобус	13 автобус	14 автобус	15 автобус	16 автобус	17 автобус	18 автобус
Верхние Печеры (отпр)	5:30:00		5:45:00		6:00:00		6:09:00	6:54:00			6:18:00		6:27:00		6:36:00		6:45:00	
Автовокзал Щербинки (приб)	6:55:00		7:10:00		7:25:00		7:34:00	8:19:00			7:43:00		7:52:00		8:01:00		8:10:00	
Автовокзал Щербинки (отпр)	7:03:00	5:30:00	7:12:00	5:45:00	7:26:00	6:00:00	7:35:00	8:20:00	6:54:00	6:09:00	7:44:00	6:18:00	7:53:00	6:27:00	8:02:00	6:36:00	8:11:00	6:45:00
Верхние Печеры (приб)	8:28:00	6:55:00	8:37:00	7:10:00	8:51:00	7:25:00	9:00:00	9:45:00	8:19:00	7:34:00	9:09:00	7:43:00	9:18:00	7:52:00	9:27:00	8:01:00	9:36:00	8:10:00
Верхние Печеры (отпр)	8:29:00	7:03:00	8:38:00	7:12:00	8:52:00	7:26:00	9:01:00		8:20:00	7:35:00	9:16:00	7:44:00	9:31:00	7:53:00	9:46:00	8:02:00	10:01:00	8:11:00
Автовокзал Щербинки (приб)	9:54:00	8:28:00	10:03:00	8:37:00	10:17:00	8:51:00	10:26:00		9:45:00	9:00:00	10:41:00	9:09:00	10:56:00	9:18:00	11:11:00	9:27:00	11:26:00	9:36:00
Автовокзал Щербинки (отпр)	10:19:00	8:29:00	10:38:00	8:38:00	10:56:00	8:52:00	11:14:00			9:01:00	11:32:00	9:16:00	11:50:00	9:31:00	12:08:00	9:46:00	12:26:00	10:01:00
Верхние Печеры (приб)	11:33:00	9:54:00	11:52:00	10:38:00	12:10:00	10:17:00	12:28:00			10:26:00	12:46:00	10:41:00	13:04:00	10:56:00	13:22:00	11:11:00	13:40:00	11:26:00
Верхние Печеры (отпр)		10:19:00		10:38:00		10:56:00				11:14:00	12:47:00	11:32:00	13:05:00	11:50:00	13:23:00	12:08:00	13:41:00	12:26:00
Автовокзал Щербинки (приб)		11:33:00		11:52:00		12:10:00				12:28:00	14:01:00	12:46:00	14:19:00	13:04:00	14:37:00	13:22:00	14:55:00	13:40:00
Автовокзал Щербинки (отпр)										14:01:00	14:17:00	13:05:00	14:35:00	13:23:00	14:49:00	13:41:00	15:07:00	13:59:00
Верхние Печеры (приб)										14:02:00	15:31:00	14:19:00	15:49:00	14:37:00	16:13:00	14:55:00	16:21:00	15:13:00
Верхние Печеры (отпр)	15:29:00		15:43:00		15:58:00		16:07:00	16:34:00			16:16:00	14:20:00	16:25:00	14:38:00	16:43:00	14:56:00	16:52:00	15:14:00
Автовокзал Щербинки (приб)	16:43:00		16:57:00		17:27:00		17:36:00	18:03:00			15:16:00	15:34:00	17:54:00	16:25:00	18:12:00	16:10:00	18:21:00	16:28:00
Автовокзал Щербинки (отпр)	17:04:00	15:22:00	17:13:00	15:37:00	17:28:00	15:52:00	17:37:00	18:04:00	16:34:00	16:07:00	17:46:00	16:16:00	17:55:00	16:25:00	18:13:00	16:43:00	18:22:00	16:52:00
Верхние Печеры (приб)	18:33:00	16:36:00	18:42:00	16:51:00	18:57:00	17:21:00	19:06:00	19:33:00	18:03:00	17:36:00	19:15:00	17:45:00	19:24:00	17:54:00	19:42:00	18:12:00	19:51:00	18:21:00
Верхние Печеры (отпр)	18:34:00	17:04:00	18:43:00	17:13:00	18:58:00	17:28:00	19:13:00	19:43:00	18:04:00	17:37:00	19:28:00	17:46:00	19:58:00	17:55:00	20:13:00	18:13:00	20:28:00	18:22:00
Автовокзал Щербинки (приб)	20:03:00	18:33:00	20:12:00	18:42:00	20:27:00	18:57:00	20:42:00	21:12:00	19:33:00	19:06:00	20:57:00	19:15:00	21:12:00	19:24:00	21:27:00	19:42:00	21:42:00	19:51:00
Автовокзал Щербинки (отпр)	20:43:00	18:34:00	20:58:00	18:43:00	21:13:00	18:58:00	21:28:00	21:58:00	19:34:00	19:13:00	21:43:00	19:49:00		20:04:00		20:19:00		20:34:00
Верхние Печеры (приб)	21:57:00	20:03:00	22:12:00	20:12:00	22:27:00	20:27:00	22:42:00	23:12:00	21:03:00	20:42:00	22:57:00	21:03:00		21:18:00		21:33:00		21:48:00
Верхние Печеры (отпр)	22:13:00	20:49:00		21:04:00		21:19:00			21:49:00	21:34:00								
Автовокзал Щербинки (приб)	23:27:00	22:03:00		22:18:00		22:33:00			23:03:00	22:48:00								
Автовокзал Щербинки (отпр)		22:04:00																
Верхние Печеры (приб)		23:18:00																

Смена водителей  
Время начала отдыха

**Рис. 1. Расписание движения автобуса А-2**

**Библиографический список**

1. **Липенков, А.В.** «Повышение эффективности функционирования городского пассажирского транспорта на основе управления пропускной способностью остановочных пунктов»; дис. канд. техн. наук/ А.В. Липенков. - Орел, 2015.
2. Методические указания по выполнению курсового проекта по ПМ 02 «Организация сервисного обслуживания на транспорте (по видам транспорта)» для студентов очной и заочной форм обучения спец. 23.02.01 «Организация перевозок и управление на транспорте (по видам)»: в 2 ч. / Н.Д. Борисова; БПОУ «Омский автотранспортный колледж». – Омск: БПОУ «ОАТК», 2018. – 63 с.

УДК 629.3.027.5

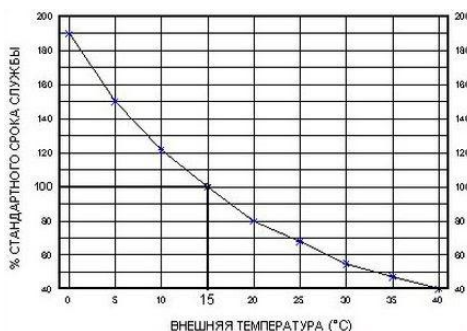
КОЗЛОВ И.В., БЕРДНИКОВ Л.А.

**ПРИЧИНЫ ИЗНОСА ШИН И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ**

1. Причины износа шин.

1.1 Структура асфальта и его температура

При движении колесо нагревается из-за трения о дорожное полотно. Чем больше скорость - тем выше температура резины. Поэтому летние шины при частой езде по сухому асфальту имеют больший износ, чем зимние. Также износ резины происходит на крупном зернистом асфальте.



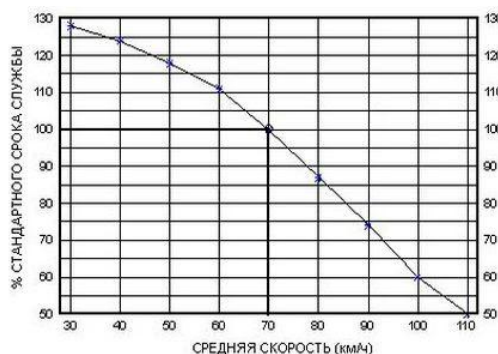
**Рис.1. График зависимости внешней температуры на срок службы шины**

Экспериментально установлено, что температура шин легковых автомобилей повышается линейно при изменении температуры окружающего воздуха от 10° до 30° С и скорости движения от 30 до 100 км/ч. Поэтому температуру легковых шин можно рассчитать в зави-

симости от скорости движения и температуры окружающего воздуха, если имеются данные по температуре шины при двух значениях температуры окружающего воздуха и двух значениях скорости. Изменение температуры протектора влияет на физико-механические свойства материала (сопротивление разрыву, динамический модуль упругости, эластичность по отскоку) и оказывают значительное влияние на интенсивность ее изнашивания. [3]

### 1.2 Скорость автомобиля

Из-за высокой механической нагрузки на скорости свыше 120 км/ч резина изнашивается в два раза быстрее. Однако степень износа зависит и от индекса скорости покрышки, поэтому Ultra High Performance шины - долговечнее обычных моделей. Причем класс UHP предназначается для автомобилей, способных развивать скорость от 250 км/час и выше. Остальные машины носят шины High Performance формата, рассчитанные на просто «высокую нагрузку».



**Рис.2. График зависимости средней скорости автомобиля на срок службы шины**

### 1.3. Экстренное торможение

Резкая остановка, особенно на сухом асфальте, приводит к стиранию протектора, образованию микротрещин и повреждению защитных элементов.

### 1.4. Некачественный ремонт дорожного полотна

Неправильная установка заплаток приводит к разбалансировке шин и неравномерному износу.

### 1.5. Неисправности ходовой части

Жесткая подвеска, изношенные тормозные колодки и другие неисправные элементы ходовой - способны также сократить срок службы шин.

### 1.6. Давление шин

Давление в шинах ниже 2.5 атмосфер влияет на плечевые износы шины.

Давление в шинах выше 2.5 атмосфер влияет на середину протектора шины.

### 1.7. Угол установки колес

При неправильном развале колес происходит износ внешней стороны шины.

При неправильном схождение колес происходит износ внутренней стороны шины.

При частых наездах на ямы неправильный баланс развала/схождения выводит из строя шины даже после 1000 км пробега.

По мере износа протектора площадь срезаемого грунтозацепами грунта, а следовательно, и коэффициент сцепления уменьшается. Полностью изношенные шины (износ 100%) снижают тягово-сцепные качества автомобиля в два-три раза. По мере уменьшения глубины дренажных канавок меньше уходит воды из зоны контакта и аквапланирование наступает при меньшей скорости. Поэтому глубина рисунка должна быть не менее 1,6 мм. По мере износа рисунка протектора до остаточной глубины 2-3 мм коэффициент сцепления колеса с дорогой уменьшается и на сухих, и на мокрых асфальтобетонных и цементобетонных покрытиях. Минимальная величина коэффициента сцепления составляет 0,6 на сухих покрытиях и в два раза меньше на мокрых.

Время разгона автомобиля линейно уменьшается по мере износа шин (у полностью изношенных шин на 11% меньше, чем у новых). Тормозной путь автомобиля по сухой дороге практически не зависит от степени износа рисунка протектора.

## 2. Эксплуатационный ресурс шин

Для подсчета долговечности и износостойкости резины необходимо преобразовать указанный индекс износостойкости Treadwear на эталонные данные километража. Так цифра 200 соответствует 96,5 тыс. км пробега по сравнению с эталонной шиной при испытании на треке в идеальных условиях влажности, температуры, на идеальном покрытии дорожного полотна и с идеальной скоростью езды. Следовательно, от реальных показателей такой показатель сильно отличается.

Чтобы определить на какой пробег в километрах рассчитаны шины, до критического износа, нужна корректировка и дополнительный коэффициент поправки, который сможет учесть стиль езды и состояние дороги.

### 2.1. Формула износа шин.

Формула износостойкости шин в идеальных условиях выглядит так: [2]

$$S = Tr \cdot 483,$$

где:

S- пробег;

1 единица = 483 км пробега (эталонного).

С учетом поправки на условия эксплуатации по трассе износостойкость шины ресурс рассчитывается так: [2]

$$Sp = (Tr \cdot 483) / k,$$

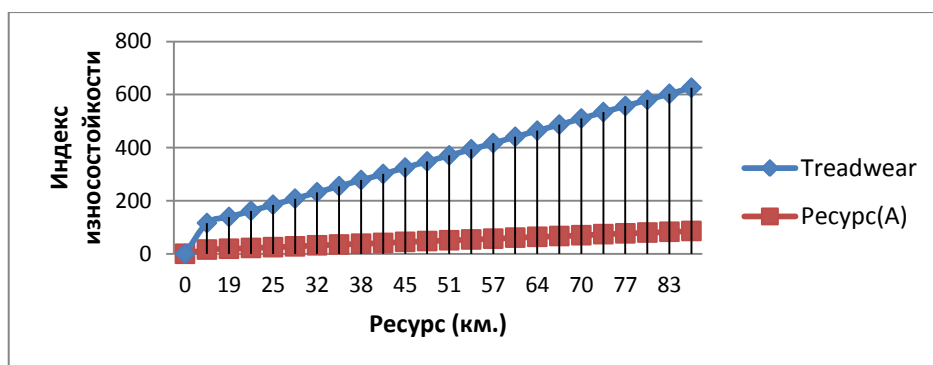
где :

Sp – реальный пробег;

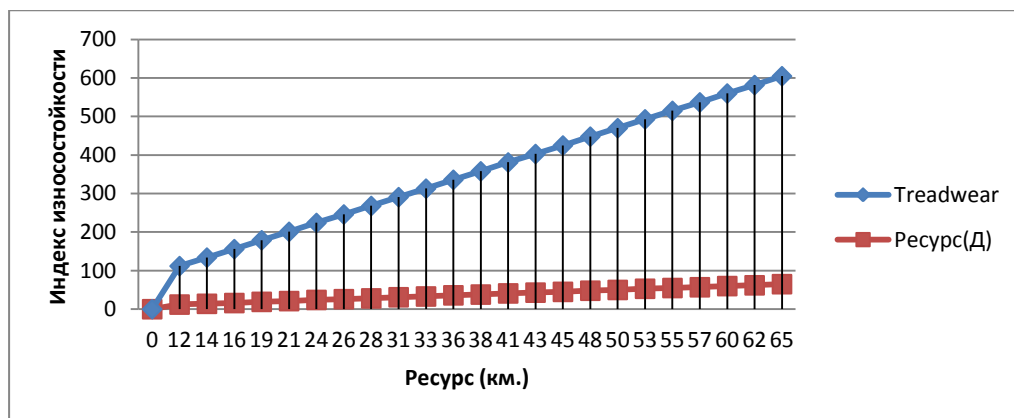
k - эксплуатационный коэффициент износа.

Принято считать, что для хороших условий эксплуатации с аккуратным вождением реальный пробег будет меньшим как минимум в 2 раза. Когда же есть изъяны в дорожном покрытии, а скоростной режим может быстро меняться (динамическая езда по городу), то поправочный коэффициент может повышаться до 5. Подбирается соответствующее значение в зависимости от стиля езды, условий передвижения и т.д. Отвратительное покрытие с колоссальным количеством ям и разнородным абразивом покрытия, да еще и плотный городской трафик сократят ресурс шин примерно **в 5 раз**.

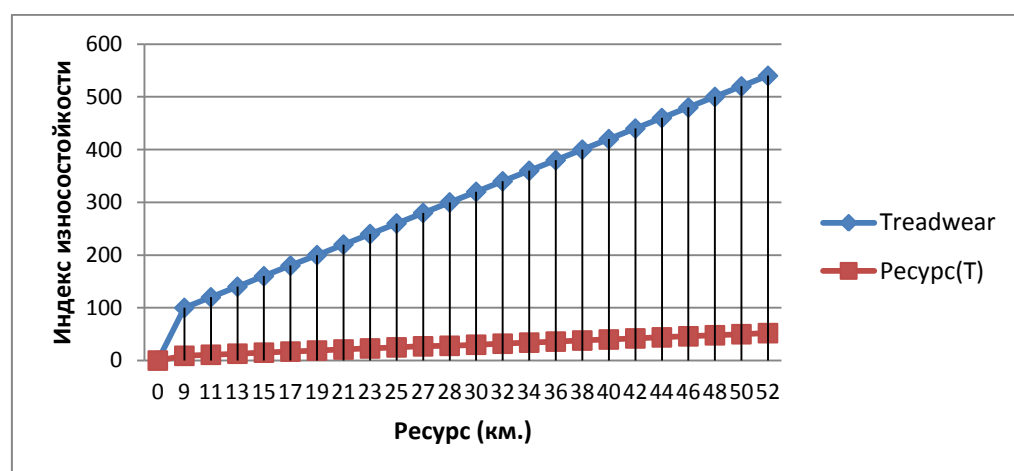
Ниже приведены графики зависимости индекса износостойкости к ресурсу шин (км.) при (аккуратном вождении, динамическом и при тяжелых условиях):



**Рис.3. График зависимости Treadwear к ресурсу шины при аккуратном вождении**



**Рис.4. График зависимости Treadwear к ресурсу шины при динамическом вождении**



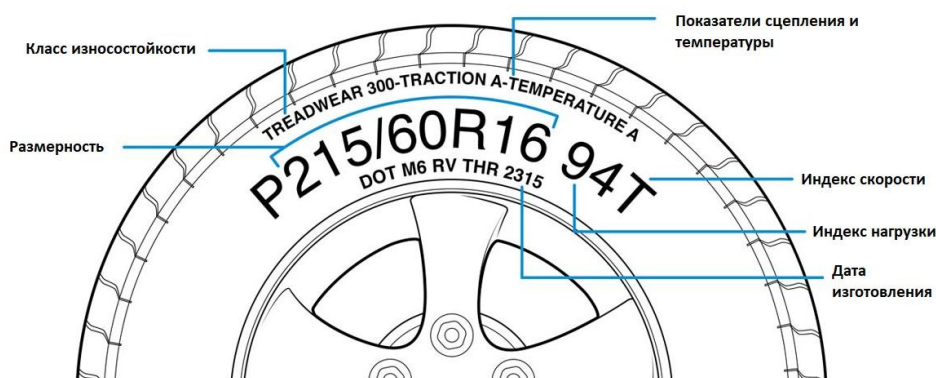
**Рис.5. График зависимости Treadwear к ресурсу шины при тяжелых условиях**

Стоит отметить, что больший индекс не значит, что ресурс шины выше, поскольку рассматривать нужно не только сам индекс, как отдельный показатель, а и такие параметры как: Traction (A, B, C, D) – сцепление шины с мокрой дорогой;

TEMPERATURE (A, B, C) – термостойкость при высокой скорости. (см. Рис. 1) [4]

И в одном, и в другом случаях «А» лучше всего. Все эти три показателя связаны между собой и если Treadwear большой, то такая резина будет иметь более плохое сцепление с дорогой и при нагреве быстрее изнашиваться.

Средним показателем 240-280 так как шины будут намного эффективнее работать на высоких скоростях (разгонятся, держать дорогу, тормозить). Именно на эту цифру ориентируются премиальные бренды. Такая резина имеет средний пробег 40-45 тыс. км.



**Рис. 6 Схема автомобильной шины**

Влияние изношенных шин на безопасность.

В техническом регламенте «О безопасности колесных транспортных средств» [5] подана классификация шин, а также изложен запрет на использование резины не по сезону. Кроме того, вводятся правила, касающиеся глубины протектора шин. Изношенной покрышкой считается: для летней – 1,6 мм, для зимней – 4 мм.

По статистике, причиной каждой седьмой аварии являются повреждения покрышек. 47% ДТП – по вине изношенности, а больше 30% - из-за несоответствия шин погоде. Еще 13% на неправильное давление в покрышках.

Тормозной путь зимней резины на стертом протекторе удлиняется на 10-15 метров. Протекторные ламели «вгрызаются» в снег и увеличивают сцепление со льдом. На изношенной резине защитные ребра не справляются со своими обязанностями: качество сцепления падает, как и уровень тяги.

Тормозной путь летней резины увеличивается на 7-8 метров из-за угрозы аквапланирования на мокрой дороге. Чем быстрее движется автомобиль, тем сложнее его остановить, так как водоотводящие элементы протектора не успевают выталкивать воду из-под колес.

### ***Библиографический список***

1. [Электронный ресурс] - <https://vsekolesa.ru> - Причины износа и последствия.
2. [Электронный ресурс] - <https://etlib.ru> - Расчет пробега км шин по Treadwear.
3. [Электронный ресурс] - <http://ga-avto.ru> - Изменение технического состояния шин в процессе эксплуатации автомобиля.
4. [Электронный ресурс] - <https://wizemart.ru> – Схема автомобильной шины.
5. ТР ТС 018/2011. - Технический регламент Таможенного союза. О безопасности колесных транспортных средств.

УДК 621.431

Е.С. КОНОВАЛОВА, Е.Н. МИННБАЕВА, М.Г. КОРЧАЖКИН

## **АНАЛИЗ ОТКАЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ НА ГАЗОМОТОРНОМ ТОПЛИВЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время происходит значительный прирост числа автомобилей, работающих на различных видах газомоторного топлива (ГМТ). Бюджет ассигнований на государственные федеральные программы развития рынка ГМТ должен вырос с 16,04 млн. руб. в 2020 году до 21,93 млн. руб. в 2022 году. Количество АГНКС для авто на метане должно вырасти с 632 ед. в 2019-м (мощности для обслуживания 213,8 тыс. авто на КПГ в сутки) до 743 ед. (255,7 тыс. авто) в 2020-м и до 896 ед. (357,6 тыс. авто) в 2022-м. В том числе количество КриоАЗС (отпускают сжиженный метан) должно увеличивается с 38 ед. (мощность на 397 ед. в сутки) в 2019 году до 63 ед. (на 1157 ед.) в 2020-м и до 134 ед. (4127 ед.) в 2022-м. Таким образом, в России возникает необходимость развития инфраструктуры в данном направлении.

Двигатели, работающие на ГМТ экологичнее и экономичнее, но вследствие повышенных температур при работе увеличивается вероятность отказов конструктивных элементов ДВС.

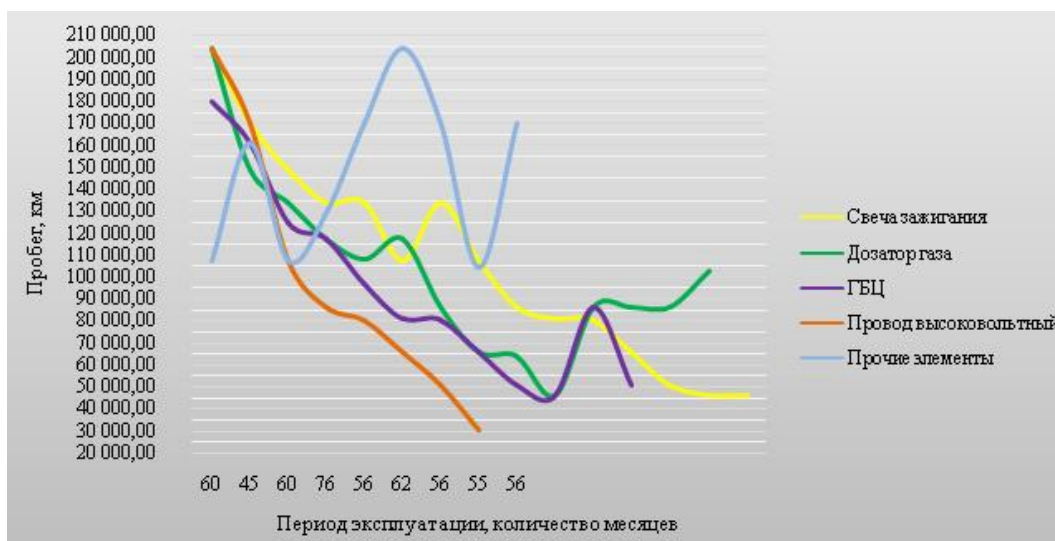
Целью работы является анализ отказов автомобилей, работающих на газовом топливе. Для исследования было выбрано крупное автотранспортное предприятие Нижнего Новгорода, в котором парк автомобилей более чем на 10% газифицирован.

В работе проведен анализ отказов двигателей 23 автомобилей КамАЗ, работающих на



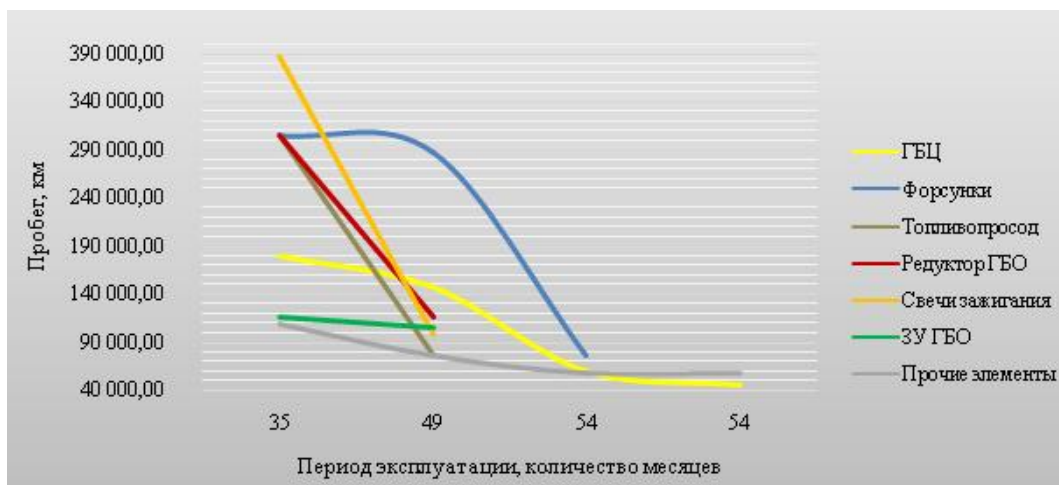
ГМТ. Выполнен анализ пробегов до отказа детали, их срока эксплуатации и повторяемости (рис. 1).

Основными отказавшими элементами двигателей автомобилей КамАЗ являются свечи зажигания, дозатор газа, ГБЦ, высоковольтный провод.



**Рис.1. Анализ отказов элементов двигателей автомобилей КамАЗ**

В работе собрана информация о 13 автомобилях марки УАЗ, работающие на ГМТ. Проведен анализ пробегов отказавших деталей, срока эксплуатации и повторяемости (рис. 2).



**Рис.2. Анализ отказов элементов двигателей автомобилей УАЗ**



**Рис.3. Анализ отказов элементов двигателей автобусов ПАЗ**

Основными отказами двигателей автомобилей являются ГБЦ, форсунки, топливопро-

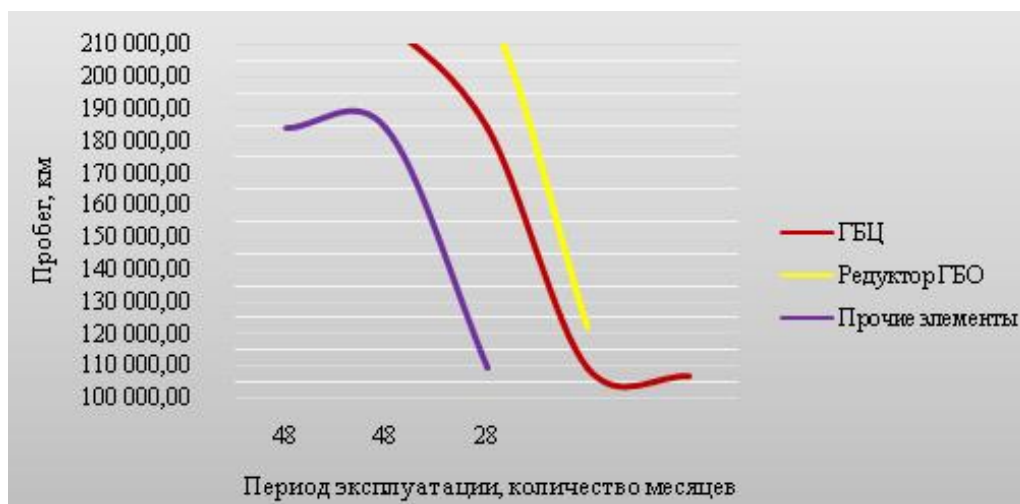
вод.

В работе собрана информация о 11 автобусах марки ПАЗ, работающих на ГМТ. Приведен анализ пробега отказавшей детали, его срока эксплуатации и повторяемости (рис. 3).

Основными отказами элементов двигателей автобусов ПАЗ являются свечи зажигания, редуктор ГБО и провод свечи зажигания.

В работе собрана информация об отказах элементов двигателей 7 автомобилей марки ГАЗ, работающих на ГМТ. Приведен анализ пробега отказавшей детали, его срока эксплуатации и повторяемости (рис.4).

Основными отказами элементов двигателей автомобилей ГАЗель являются ГБЦ и редуктор ГБО.



**Рис.4. Анализ отказов элементов двигателей автомобилей ГАЗ**

По результатам проведенного анализа можно сделать вывод, что основными неисправностями двигателей с ГБО являются перегорание свечей зажигания, отказы ГБЦ и редуктора ГБО. Вероятнее всего это связано с повышенными температурами и высоким давлением в камерах сгорания при работе на газовом топливе. Возможные причины: обеднение смеси, что приводит к тому, что смесь горит в камере сгорания дольше, также повышается и температура сгорания. В результате прогорают клапана и седла клапанов, значительно сокращается срок службы свечей зажигания, возникают локальные перегревы.

С целью дальнейшего анализа необходим сбор и обработка информации о наработках до отказа элементов ДВС с ГБО, определение показателей надежности и разработка мероприятий по повышению эксплуатационной надежности

#### *Библиографический список*

1. **И.В. Карапетянц, Е.И. Павловой** 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. **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.

5. **Кузьмин Н.А.** Теория эксплуатационных свойств автомобилей: учеб. пособие / Н.А. Кузьмин, В.И. Песков. – М.: Форум; ИНФРА-М, 2013. – 256 с.
6. **Корчажкин М.Г.** Исследование надежности топливных систем автомобильных дизельных двигателей / Корчажкин М.Г., Хоряев Е.А. – «Беспилотные транспортные средства: проблемы и перспективы»: Сборник материалов 94 международной научно-технической конференции Ассоциации автомобильных инженеров, 2016. – С. 240-245.
7. **Филькин Н.М.** Гибридный автомобиль: учебное пособие / Н.М. Филькин, В.А. Умняшкин, Р.С. Музафаров – Москва: ИНФРА-М, 2016. – 239 с.

УДК 621.43

КУЗНЕЦОВ А.В., РОЧЕВ Л.С.

## **ПРОБЛЕМЫ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ HYUNDAI HD 72**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

**Hyundai HD72** — компактные грузовики полной массой соответственно 6,5 и 7,2 т. Колёсные базы существуют в диапазоне 2550—3570 мм (минимальный радиус поворота — 5,0—7,3 м). Грузоподъемность в HD65 составляет 3,6—4,0 т, в HD72 — 4,1—4,5 т.

Кабина — 3-местная стандартная и удлиненная или 6-местная двойная. Доступ к силовому агрегату обеспечивается откидыванием кабины. В оснащении машин — семейство 4-цилиндровых рядных дизелей. В модели HD65 — 3,6-литровый атмосферный мощностью 100 л. с., 3,3-литровый турбонаддувный мощностью 115 л. с., а также 3,9-литровый атмосферный мощностью 120 л. с., в модели HD72 — 3,9-литровый турбонаддувный в вариантах с мощностью 130 и 155 л. с. Устанавливаются 5-ступенчатые механические коробки передач. Все машины имеют колёсную формулу 4x2. Клиренс у грузовиков HD65, «обутых» в шины размером 7.00x16-10PR, составляет 200 мм, в HD72 с шинами 7.50x16-12PR — 235 мм. Подвеска — на полуэллиптических рессорах. В стандартное оснащение входят рулевой механизм с гидроусилителем, регулируемая рулевая колонка, 100-литровый топливный бак.

На автомобилях используются 3 разновидности двигателей: D4AL, D4DB и D4DD. Отличие D4AL от D4DD в том, что на DD используется электронное управление форсунками впрыска. Неприхотливые в обслуживании (ТО каждые 15000 км данный модельный ряд занял уверенные позиции в сегменте среднего коммерческого транспорта по грузоперевозкам.

На отечественном рынке широкое применение получили автомобили в кузове типа фургон для грузовых перевозок.

### **Проблемы топливной системы.**

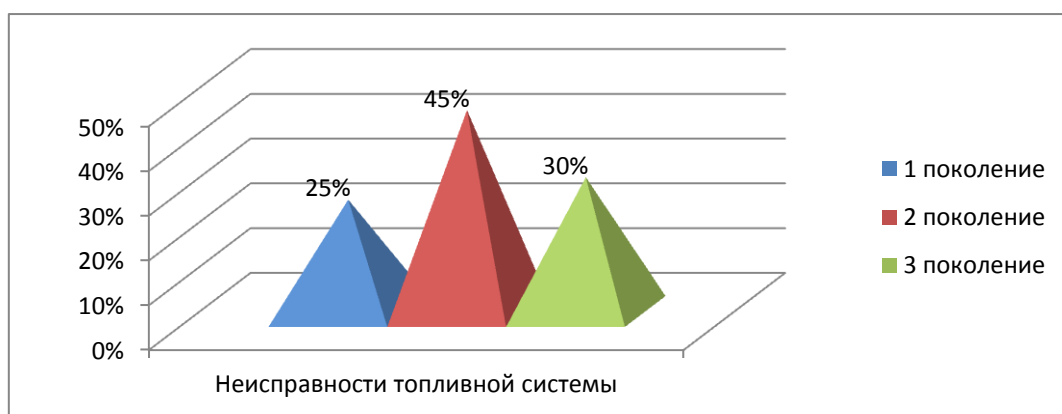
Заправляя этот автомобиль, стоит серьёзно подходить к выбору дизельного топлива. Из-за низкого качества топлива могут выйти из строя топливные форсунки и топливный насос высокого давления (ТНВД) системы Common Rail. Эту поломку обнаружить несложно, она сама даст о себе знать, в процессе езды машина начнет дымить и потеряет динамику передвижения. Как утверждает изготовитель фирмы Denso обе запчасти придётся заменить, так как ни та, ни другая ремонту не подлежат. Но в наше время есть специализированные сервисы по ремонту топливной аппаратуры в том числе и фирмы Denso. Эта фирма не выпускает запасных частей для форсунок и ТНВД, но в сервисах ставят хорошие аналоги из Китая, Италии. Служат данные ремонтные изделия чуть меньше, но стоимость ремонта почти в 2 раза ниже стоимости нового изделия.

Ещё одной проблемой считается установка неоригинальных топливных фильтров, так как они дешевле и доступнее оригинальных. Проблема в том, что неоригинальные фильтры чаще всего бывают низкого качества и технологически низкого уровня. Они не могут удерживать частицы размером до 10 микрон, а оригинальные фильтры обеспечивают должную фильтрацию, тем самым сохраняя исправность топливных форсунок и ТНВД системы Common Rail.

Ещё одной проблемой топливной аппаратуры является не выполнение условий по качественной замене фильтров, топливной магистрали, форсунок и тнвд. Замену всех узлов и агрегатов нужно производить только в хороших сервисах с грамотным рабочим персоналом. Иначе во время замены могут попасть извне частицы песка и воды. Так же завоздушивается топливная система.

Также нельзя доводить до пустого бака, иначе завоздушивается топливная система и сам ТНВД. После этого ТНВД начинает гнать металлическую стружку, которая потом напрямую попадает в топливные форсунки, тем самым выводя их из строя. На рисунке 1 представлена диаграмма неисправности топливной системы. 1 поколение было достаточно простой механической системой, очень долговечны. Недостатки низкая экологичность и высокий расход топлива.

На 2 поколение начали устанавливать топливную систему Common Rail. Система была начального уровня, требовательная к качеству топлива, умеренный расход топлива. с 3 поколения начали устанавливать доработанную топливную систему. Улучшили работу форсунок и ТНВД. Получили достаточно низкий расход топлива, высокую производительность, увеличенную надёжность, высокий класс экологичности.



**Рис. 1. Диаграмма неисправностей топливной системы**

Грузовик Hyundai HD72 - надежный и неприхотливый автомобиль, хорошо зарекомендовавший себя на российских дорогах. Грузовик отлично приспособлен к Российским условиям эксплуатации и станет хорошим вложением как для частного лица, так и для крупной компании.

УДК 656.13

КУЛИКОВА Ю.В., БЕРДНИКОВ Л.А.

## **ПЕРЕХОД С БЕНЗИНА НА ВОДОРОДНОЕ ТОПЛИВО**

Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева

Водород (H<sub>2</sub>) – это химический элемент, самый легкий газ получаемый из углеводов и самое энергоемкое и легкое вещество из всех видов топлива. Его производство не относится к новаторству — его производством занимаются достаточно давно и в больших количествах.

Первые мысли о применении водорода в качестве топлива появились еще в XIX веке во Франции. Франсуа Исаака де Риваз в 1806 году стал первым, кто разработал ДВС потребляющий водородное топливо. Так бы водород и служил бы человечеству в качестве основного топлива, но в 1870 году в ДВС стали применять бензин, сведя на нет первые опыты с водородным топливом.

Современные автомобили которые ездили бы на водороде пока в стадии проектирования, а запускать серийно производства марки пока не готовы из-за неразвитой инфраструктуры заправок автотранспорта водородным топливом.

Водород как альтернативный источник топлива интересен тем, что содержит много положительных качеств для применения, такие как:

Практически нулевые выбросы в атмосферу, так как продуктом горения водорода является водяной пар, но при этом сгорают еще различные масла, от которых токсичных выбросов гораздо меньше, чем у бензиновых выхлопов.

Огромное преимущество стран для внутреннего производства, где нет нефтяных запасов, ведь **запасы водорода практически безграничны**, так как он встречается почти всюду.

Электродвигатель питающийся от водородного топливного элемента, в два-три раза быстрее и экономичнее, чем двигатель внутреннего сгорания.

**Энергоэффективность.** В водороде содержится почти в три раза больше энергии, чем в ископаемое топливе, поэтому для выполнения какой-либо работы его требуется в разы меньше.

Но есть и недостатки:

Способ получения топлива в промышленных объемах дорогой и сложный

Отсутствие водородной инфраструктуры

Нет стандартов транспортировки, хранения (так как водород — самый легкий химический элемент, в заданном объеме его помещается значительно меньше, чем других видов топлива. Так, потребуется гораздо больший объем баллона с газообразным водородом) и применения топлива на водороде

Дорогие водородные элементы

Рассмотрим, как работает автомобиль на водородном топливе. Автомобиль на водороде имеет электрохимический генератор или по-простому – топливный элемент. Это своего рода «вечная» батарейка, внутри которой идет реакция окисления водорода и на выходе получается чистый водяной пар, азот и электричество. Выхлоп - экологический чистый, так как в нем не содержится углекислый газ (CO<sub>2</sub>).

Электромобиль – это по сути автомобиль с топливными элементами. Только с более компактной батареей: ёмкость литий-ионного аккумулятора в 10 раз меньше, чем обычного электромобиля. Здесь батарея нужна только в качестве буфера для хранения энергии, получаемой при рекуперативном торможении и для быстрого холодного старта, потому что блок топливных элементов входит в рабочий режим очень долго, на это уходит более 2 минут на современных, а на первых машинах на это уходило больше часа времени. Так же от окружающей среды еще зависит рабочая температура, когда КПД установки достигает 90 % уходит от 15 минут до часа.



**Рис.1. Конструкция автомобиля на водородном топливе**

Вывод: в то время когда у электромобилей есть проблема малого запаса хода и длительной время зарядки, а у бензиновых двигателей вредят природе - водород решает все эти

проблемы современного мира. Появление автомобилей на водородном топливе призвано ускорить процесс развития необходимой для обслуживания таких транспортных средств инфраструктуры.

Необходимо решить проблему производства дешевого водорода для обеспечения транспортных средств и создание сети водородных заправочных станций

### **Библиографический список**

1. **Кузнецов Д.** Плюсы и минусы водородного топлива Monster Auto, 2015. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.monsterauto.ru/techno/plyusy-i-minusy-vodorodnogo-topliva/> (дата обращения: 17.11.2017).
2. Toyota Mirai – серийный автомобиль на водороде Science Debate, 2017. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sciencedebate2008.com/toyota-mirai-hydrogen-fuel-cell-vehicle/> (дата обращения: 17.11.2017).
3. Первые в мире серийные автомобили на водородном топливе уже в Лондоне. Пресс-релизы / HYUNDAI – NEW THINKING NEW POSSIBILITIES, 2013. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www2.hyundai.com/ru/ru/MediaCenter/PressRelease/DF\\_RU\\_LOCALNEWSVIEW24072013.html?selx2=](http://www2.hyundai.com/ru/ru/MediaCenter/PressRelease/DF_RU_LOCALNEWSVIEW24072013.html?selx2=) (дата обращения: 17.11.2017).
4. Автомобиль на водородном топливе / Авто мир, 2017. [Электронный ресурс]. – URL: <http://at-servise.ru/avtomobil-na-vodorodnom-toplive/> (дата обращения: 20.11.2017).
5. Китайцы запустили в эксплуатацию первый в мире трамвай на водородном топливе PITER.TV, 2017. [Электронный ресурс]. – URL: [https://piter.tv/event/Kitajci\\_zapustili\\_v\\_ekspluataciyu\\_pervij\\_v\\_mire\\_tramvaj\\_na\\_vodorodnom\\_toplive/](https://piter.tv/event/Kitajci_zapustili_v_ekspluataciyu_pervij_v_mire_tramvaj_na_vodorodnom_toplive/) (дата обращения: 17.11.2017)

УДК 656.025.4

КУЛЯЗИН А.Д., МАСЛЕЕВ А.И., КАРЕТНИКОВА М.П., ЛИПЕНКОВ А.В.

### **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДА ЗАМЕТАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МАРШРУТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТА**

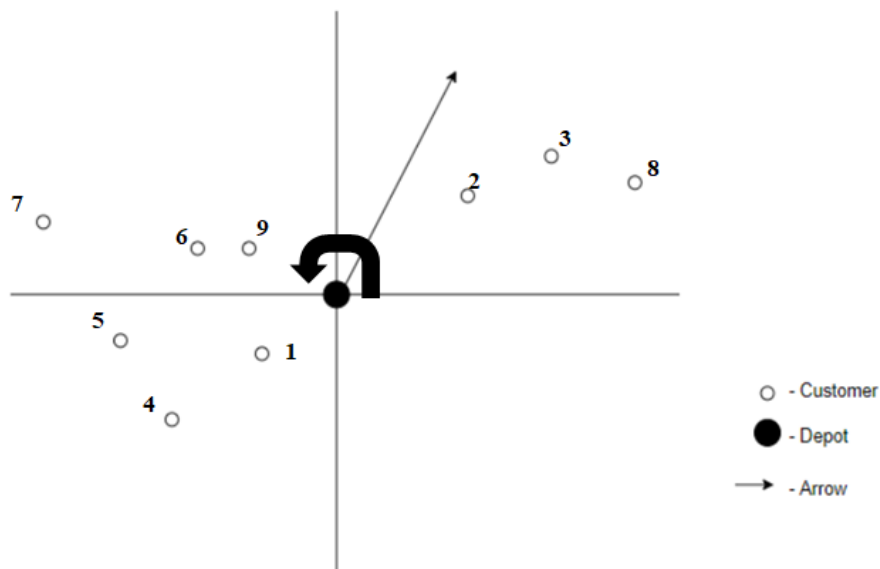
Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Vehicle Routing Problem (VRP) или задача маршрутизации транспорта (ЗМТ) - это задача, предложенная G.Dantzig & J.Ramster в 1959 году, в работе [1], в которой необходимо было определить оптимальный набор маршрутов доставки бензина парком бензовозов одинаковой грузоподъемности, от распределительного центра до автозаправочных колонок.

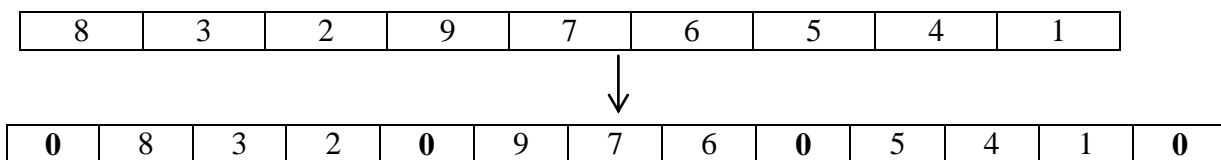
ЗМТ относится к классу NP-трудных задач. Это значит, что ее вычислительная сложность экспоненциально зависит от размерности, количества клиентов (потребителей). Этот фактор стал ключевым для развития различных эвристик. В данной работе, рассматривается один из таких, а именно алгоритм заметания, который впервые был предложен Gillett В.Е. в 1974 году в научной работе [2].

Суть метода можно разделить на два этапа:

Распределение клиентов по маршрутам. Этот этап происходит путем последовательного радиального распределения клиентов относительно депо, и разделения получившегося набора потребителей на маршруты, учитывающие доступную грузоподъемность подвижного состава. Схема радиального распределения и разбиения на маршруты представлены на рис.1 и рис. 2 соответственно.



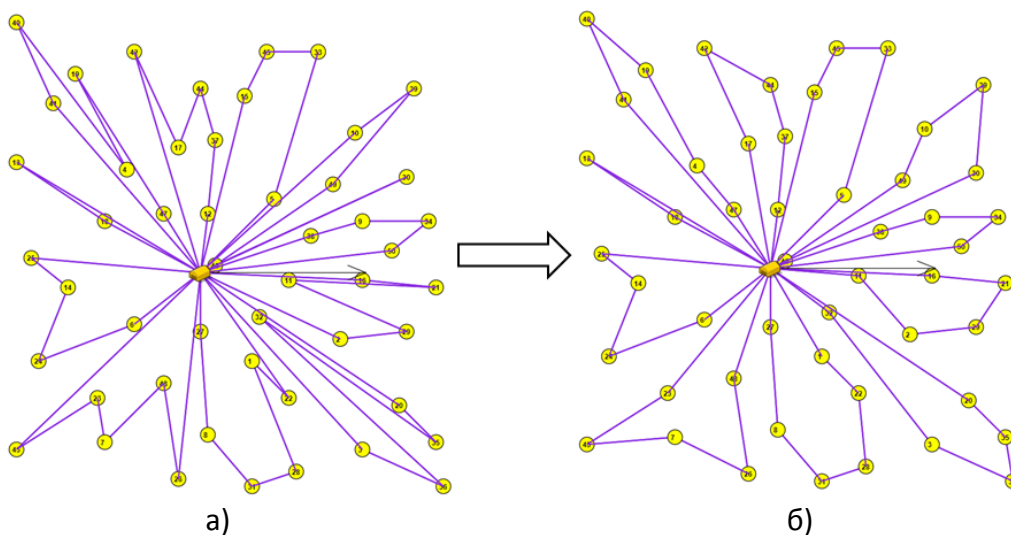
**Рис.1. Радиальное распределение клиентов**



**Рис.2. Формирование маршрутов**

Оптимизация общей протяженности маршрутной сети, посредством решения задачи коммивояжера [3] для каждого полученного маршрута.

Алгоритм реализовывался в среде AnyLogic, с возможностью отключения процедуры решения TSP. На рис.3.он представлен поэтапно.



**Рис.3. Реализация алгоритма: а) без решения TSP; б) с решением TSP**

На данном примере, взятом из библиотеки примеров *VRP - Set P* [4], алгоритм показал результат в 1025.35 у.е. и 814.06 у.е. для случая (а) и случая (б) соответственно. Учитывая то, что оптимальный результат этой карты составляет 741 у.е., то расхождения составляет 9.8%. Стоит отметить, что алгоритм может служить базой (1 стадией) для применения других методов решения задачи маршрутизации транспорта.

Следующей стадией работы будет его обширное тестирование, анализ результатов, сравнение, относительно других методов решения задачи маршрутизации транспорта. А также поиск возможности улучшить алгоритм, а именно использование его в качестве основы для других методов решения ЗМТ.

### Библиографический список

1. **Dantzig G. B., Ramser J. H.** The truck dispatching problem //Management science. – 1959. – Т. 6. – №. 1. – С. 80-91.
2. **Gillett B.E.** A heuristic algorithm for the vehicle dispatch problem / B.E. Gillett, L.R. Miller // Operations Research. — 1974. — № 22. — P. 340– 349.
3. **Gross J. L., Yellen J.** Graph theory and its applications, 2006, с. 275.
4. **Augerat, P., Belenguer, J., Benavent, E., Corber'an, A., Naddef, D., Rinaldi, G.,** 1995.Computational results with a branch and cut code for the capacitated vehicle routing problem. Tech. Rep. 949-M, Universit'e Joseph Fourier, Grenoble, France.

УДК 621.431.73

МАЛЫШЕВ Н.В. , БЕРДНИКОВ Л.А.

### РАСЧЕТ НОРМАТИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ОТРАБОТАННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Расчет нормативного образования отработанных аккумуляторов на автобусе ПАЗ 32053 выполнен ,исходя из количества установленных аккумуляторов (по данным АТП), сроков их эксплуатации и весе аккумулятора .Расчет проводился по формуле , шт/год :

$$N = \sum \frac{N_{авт.i} \cdot n_i}{T_i}, \quad (1)$$

где  $N_{авт.i}$  – кол-во автомашин, снабженных аккумуляторами  $i$ -го типа ;

$n_i$  – кол-во аккумуляторов в автомашине ,шт;

$T_i$  – эксплуатационный срок службы аккумуляторов  $i$ -й марки ,год.

Вес образующихся отработанных аккумуляторов равен, т/год:

$$M = \sum N_i \cdot m_i \cdot 10^{-3}, \quad (2)$$

где  $N_i$  – количество отработанных аккумуляторов  $i$ -й марки , шт./год;

$m_i$ – вес аккумуляторной батареи  $i$ -го типа без электролита.

Исходные данные и результаты расчетов представлены в таблице 1.

**Таблица 1**  
**Отработанные аккумуляторы**

Марка авто-мобиля	Марка аккумулятора	Кол-во машин снабженных аккумуляторов данного типа , штук	Кол-во аккумуляторов на 1-й машине	Вес аккумулятора ,кг	Кол-во отработанных аккумуляторов за год	Вес отработанных аккумуляторов т/год
ПАЗ 32053	6СТ-100П	120	1	45	40	1,8



Таким образом, можно сделать вывод о том, что из 120 аккумуляторов 6СТ-100П стоявших на 120 автобусах ПАЗ 32053 в АТП, 40 из них отработают через год, общий вес которых составляет 1,8 т.

### ***Библиографический список***

1. Методические рекомендации по расчету нормативов образования отходов для автотранспортных предприятий / НИИ АТМОСФЕРА – Санкт –Петербург, 2003.
2. Краткий автомобильный справочник. М., Транспорт, 1985.

УДК 629

МЕЛЬНИКОВА Е.Ю., ШОРИНА Ю.Э.

## **АНАЛИЗ ДОРОЖНОГО ТРАВМАТИЗМА НА ДОРОГАХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2021 ГОД**

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева

Сегодня общая статистика дорожно-транспортных происшествий по различным регионам в целом не утешительна. Именно поэтому необходимо быть максимально осторожным и бдительными на дорогах. Так как многие водители и пешеходы не желают соблюдать правила дорожного движения, что влечет за собой тяжелые последствия.

Согласно информации, количество аварий в регионе снизилось на 2,6% - с 4731 до 4221. Погибли на дорогах 397 человек. Это на 2,5% меньше, чем годом ранее. Пострадал 5893 нижегородец – минус 2,7% к предыдущему году.

На сайте ГУ ГИБДД по Нижегородской области выкладываются актуальные данные о количестве произошедших ДТП, количестве пострадавших и умерших и характер полученных травм.

Снижение аварийности на дорогах России продолжается который год подряд, но динамика падения остается недостаточной для кардинального изменения смертности и количества аварий. Это хорошо видно из опубликованной статистики ДТП, обнародованной Госавтоинспекцией в период с января по декабрь 2021 года (рис.2., рис.3.).

Выводы из анализа аварийности следующие:

Причина «водитель не справился с управлением» встречается во всех типах ДТП, значит, ее устранение приведет к улучшению статистики в общем.



**Рис.1. Распределение количества пострадавших в ДТП**

В столкновениях второй по количеству аварий причиной является не предоставление преимущества при левом повороте. Левый поворот считается одним из самых сложных ма-

невров на дороге, следовательно, необходимо проектировочными и регулировочными решениями обезопасить его. Например, вынос левого поворота в отдельную фазу светофора.

Наезды на пешеходов чаще всего встречаются на нерегулируемых перекрестках. Повысить безопасность можно, например, улучшением видимости, техническими решениями по привлечению внимания водителей.

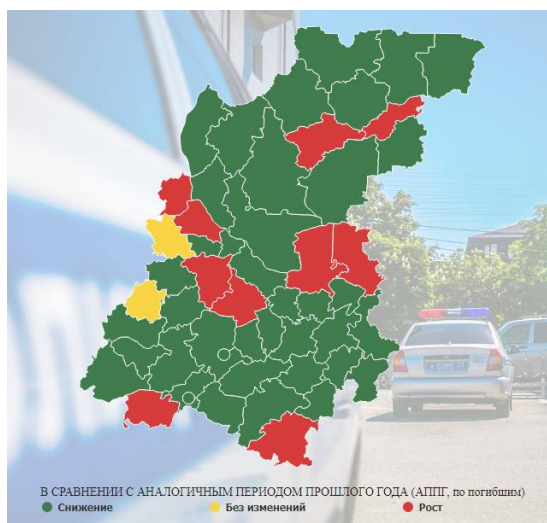


Рис.2. – Картограмма январь 2021

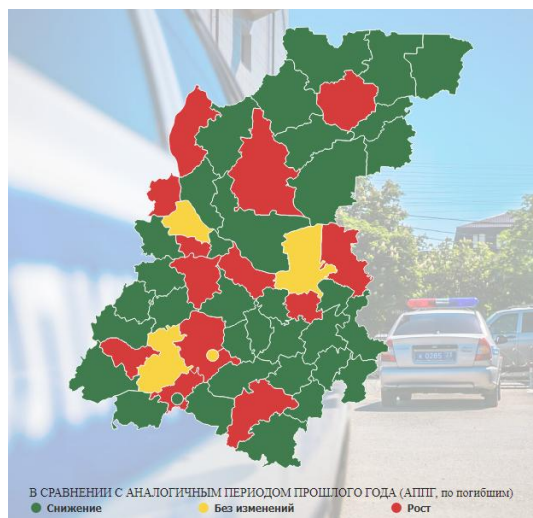


Рис.3. - Картограмма декабрь 2021

### *Библиографический список*

1. [Электронный ресурс] - <http://stat.gibdd.ru/>Госавтоинспекция
2. [Электронный ресурс] - <https://52.мвд.рф/news/dtp/2/>Главное Управление МВД России по Нижегородской области - Сводки ДТП

УДК 621.431

МИННБАЕВА Е.Н., КОНОВАЛОВА Е.С., КОРЧАЖКИН М.Г

## **ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ В РОССИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Газовое моторное топливо (ГМТ) сегодня является альтернативным видом топливу по отношению в традиционным (бензин и дизельное топливо). 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).

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 ПС	СПГ (%)	КПГ (%)	СУГ (%)
Легковые автомобили	88	9	0
Малотоннажные грузовые автомобили	5	50	0
Грузовые автомобили	1	19	10
Автобусы	22	22	3

Цель работы: выявить преимущества и недостатки использования газового моторного топлива на транспорте.

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 – совершенствования 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 свечей зажигания, ГБЦ и редуктора ГБО вследствие повышенных температур.

Для полномасштабного перехода на ГМТ необходимо развитие инфраструктуры, субсидирование приобретения транспорта, 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.

УДК 62.112

ПАНОВ Р.В, БЕРДНИКОВ Л.А, КОРЧАЖКИН М.Г.

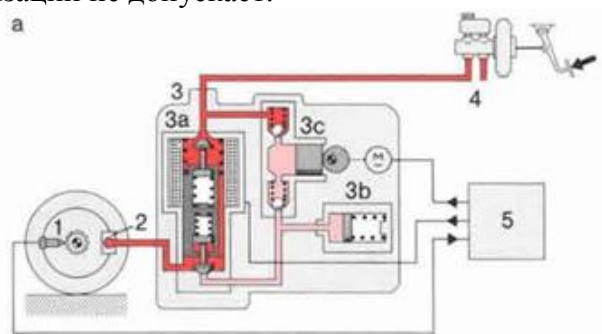
## АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ С ABS И БЕЗ ABS

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Если верить исследованиям, от 80 до 85% транспортных аварий и катастроф приходится на автомобили. Производители авто понимают, что безопасность транспортного средства – важное преимущество над соперниками на рынке, а так же то, что от безопасности одного автомобиля зависит безопасность движения на дороге в целом. Причины аварий могут различными – это и человеческий фактор, и состояние дороги, и метеорологические условия, и конструкторам приходится учитывать весь спектр угроз. Поэтому современные системы безопасности обеспечивают и активную, и пассивную защиту автомобиля, и состоят из сложного комплекса различных устройств и приспособлений, от антиблокировочной системы колёс (далее – АБС) и противозаносных систем до подушек безопасности.

Надёжное транспортное средство позволяет водителю сохранить свою жизнь и здоровье, а вместе с тем – жизнь и здоровье пассажиров. Безопасность автомобиля принято делить на пассивную и активную. Активная означает те конструкторские решения или системы, которые уменьшают вероятность дорожно-транспортного происшествия. Активная безопасность зависит от конструкции машины, большое значение имеет эргономичность сидений и салона в целом, системы, предотвращающие обмерзанием стёкол, козырьки. Системы, сигнализирующие о поломках, предотвращающие блокировку тормозов или следящие за превышением скорости так же относят к активной безопасности. Если авария всё же случилась, водитель и пассажиры оказываются под защитой средств и систем пассивной безопасности. Большая часть специальных устройств и систем пассивной безопасности находится в передней части салона, поскольку при авариях страдает в первую очередь ветровое стекло, рулевая колонка, передние двери автомобиля и приборная панель. Ремни безопасности – простое и дешёвое средство, отличающееся необычайно высокой эффективностью. У водителя при лобовом ударе есть возможность травмировать ноги, потому в современных автомобилях педальные узлы тоже должны быть травмобезопасными. При столкновении в таком узле происходит отделение педалей, что позволяет уберечь ноги от травм.

Различные системы и устройства, позволяющие микроавтобусу избежать столкновения с другими автомобилями во время движения, составляют активную безопасность. В комплекс этого вида безопасности, предотвращающего ДТП, входит несколько разных средств. Антиблокировочная система тормозов вместе с антипробуксовочной системой и системой курсовой стабилизации не допускает.

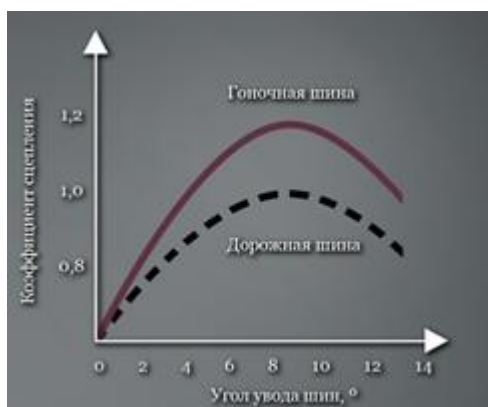


**Рис.1. Устройство ABS**

Антиблокировочная система состоит из трех основных элементов: электронного блока управления (4), гидравлического блока (3) и датчиков скорости колес (1, 2) (рис 1). ABS приводится в рабочее состояние после включения зажигания и достижения автомобилем некоторой скорости движения.

В основу работы колесных датчиков положен принцип электромагнитной индукции. При вращении колеса мимо датчика проходят зубцы и впадины специального ротора и наводят в обмотке датчика электрический сигнал, частота которого пропорциональна угловой скорости колеса и количеству зубцов на роторе.

На графике зависимости коэффициента сцепления от угла увода (Рис.2) показана сила сцепления, которую может развить шина, зависит от того, насколько эта шина «деформирована» приложенной к ней силой, и максимальное сцепление шина развивает при некотором среднем значении «сдвига». [1]



**Рис.2. График зависимости коэффициента сцепления**

Ровно это же явление возникает и когда автомобиль замедляется (или ускоряется) по прямой – точно так же происходит некоторая деформация резины, только сдвиг этот не поперечный, а продольный.

И именно на этом явлении основан приём, называемый «threshold braking». По сути, максимальную силу сцепления при торможении шина развивает не когда она катится, а когда немного проскальзывает, то есть когда за один оборот колеса шина проходит расстояние немного больше (а в случае разгона – меньше), чем длина своей окружности. То есть самое эффективное торможение – это торможение не просто на грани блокировки, а торможение, когда колесо всё ещё продолжает крутиться, но уже начало проскальзывать.

Большое значение при сравнении автомобилей с абс и без, является:

- качество дорожного покрытия — асфальт, мокрый асфальт, «каша», снег, лед, гравий, песок;
- вес транспортного средства;
- сила, с которой водитель давит на тормоз.

Таким образом, главное преимущество АБС состоит в том, что на некоторых типах дорог остановочный путь действительно более короткий, и на протяжении всего торможения водитель сохраняет контроль над машиной. Более того, тормозить с АБС намного легче, так как не приходится рассчитывать силу нажатия на педаль.

Длина остановочного пути с АБС и без

Есть специальные формулы для расчета длины остановочного пути, но для получения максимально точного результата нужно учитывать массу переменных: коэффициент сцепления (а он зависит от состояния резины и типа покрытия), скорость движения, массу машины, состояние тормозной системы и прочее. Поэтому гораздо проще привести результаты тестов для легкового автомобиля на скорости 50 км/час.

- гололед — 19 и 12 метров (с АБС и без АБС соответственно);
- лед, снежная каша, дорожные неровности — 25 и 12 метров;

- рыхлый снег — 23 и 12 м;
- мокрый асфальт — 11 и 9 м;
- сухой асфальт — 7,5 и 10 м.

Мы видим, что тормозной путь с АБС короче только на сухом асфальте, на снегу же и на мокром асфальте он длиннее. С чем это связано? Приведем несколько доводов в пользу АБС.

Во-первых, при торможении без антиблокировки машину на льду практически со сто-процентной уверенностью развернет на 60-90 градусов, при этом водитель ничем помочь не сможет. В принципе, разворот без АБС происходит на любом типе покрытия. Особенно опасна ситуация, если на трассе рассыпан песок, гравий. При таком раскладе степень сцепления шин получается разной и авто уходит в гарантированный занос. Во-вторых, более короткий путь на льду, каше или рыхлом снегу из-за того, что под колесами образуются горки из снега и каши, они-то и задерживают автомобиль. С АБС такого не происходит, остановочный путь более длинный, но зато он контролируемый. Конечно, водителю придется учитывать данный момент в зимнее время. То есть достаточно придерживаться дистанции и не превышать разрешенные скоростные режимы.

АБС идеально подходит для езды по сухому асфальту. Если же передвигаетесь по грунтовым или заснеженным дорогам, то остановочный путь будет более длинным. Но в случае экстренного торможения можно изменить траекторию движения. Водителям же, которые ездят на авто без АБС, это вряд ли удастся. Пассивная безопасность строится вокруг поглощения энергии удара частей кузова, двигателя либо тела пассажира и предотвращения опасных деформаций конструкции, которые могут привести к травмам находящихся в салоне людей. Активная безопасность направлена на предупреждение водителя об угрозе и регулировку систем управления, торможения, изменение крутящего момента. Технологии в данной отрасли развиваются стремительно, и рынок постоянно наполняется новыми, более современными и эффективными системами, делая движение по дорогам всё безопасней с каждым годом.

1. **Кравец В.Н.** «Теория автомобиля. Учебное пособие» Издательство: "Нижегородский государственный технический университет (НГТУ) имени Р.Е. Алексеева" (2007) 207 с.

УДК 62.514

ПЕСКОВ В.И., ГОНЧАРОВА Д.А., КУЗЬМИН Н.А.

## **ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КУЗОВА АВТОМОБИЛЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При проектировании кузова автомобиля необходимо обеспечить его прочность (т.е. гарантировать уровень напряжений, не превышающий допустимый для материала кузовных деталей) и достаточную жёсткость (т.е. чтобы максимальные деформации основных проёмов кузова не превосходили допустимые). Допустимые максимальные напряжения для кузовных сталей типа 08кп, 08Ю, 08пс не превышают уровня 160 МПа (1600 кГ/см<sup>2</sup>), так как предел текучести этого наиболее используемого большинством производителей кузовного материала составляет 180-220 МПа. Допустимые максимальные деформации проёмов обычно ограничиваются величиной 1,5-2,0 мм (они должны быть меньше зазоров между, например, силовыми элементами дверного проёма и соответствующей поверхностью самой двери).

Необходимо помнить, что напряжения от изгиба силовых элементов, создающиеся при режиме закручивания кузова, суммируются с напряжениями, возникающими в этих силовых элементах за счёт их одновременного закручивания. И хотя коэффициенты динамичности обоих нагруженных процессов близки к единице (движение по большим неровностям проис-

ходит, как правило, на малых скоростях), в итоге в элементах конструкции формируется сложное напряженное состояние с весьма высоким уровнем напряжений. Так, для силового порога кузова «кабриолет» при величине момента сопротивления его сечения  $W_x \leq 30 \text{ см}^3$  и недостаточной жёсткости передка вполне реальным на режиме максимальной скручивающей нагрузки является превышение предела текучести кузовной стали. Стойки ветрового и заднего окон несущего кузова «седан», испытывающие скручивающие нагрузки, будучи нагруженными изгибом в плоскости боковины (см. рис. 4.1 и рис. 4.4), одновременно работают на изгиб в поперечной плоскости, поэтому необходимо учитывать и эту особенность. В этом смысле благоприятным для конструкции несущего кузова является применение современной технологии клеивания ветрового и заднего стекол, в результате чего значительно (в 3-5 раз) уменьшаются деформации этих оконных проёмов и снижаются поперечные нагрузки на оконные стойки. Общая жёсткость кузова на кручение при этом повышается в 1,3-1,8 раза.

УДК 621

ПОЗДЕЕВА А.Д., КУЗЬМИН Н.А.

## **ПЕРИОДИЧНОСТЬ ТО АВТОМОБИЛЕЙ КАК НОРМАТИВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Периодичность ТО – это интервал времени или наработки между двумя последовательно проводимыми ТО одного вида.

Объем или продолжительность работы объекта называют его наработкой. Она может измеряться в единицах времени, пробегом, числом циклов, запусков, оборотов. Для автомобиля и его узлов наработку удобнее измерять в единицах пробега. Нарботка оценивает количественно безотказность машины.

Техническое обслуживание предназначено для поддержания автомобилей в исправном состоянии. Оно является профилактическим мероприятием, проводимым в плановом порядке. Техническое обслуживание подразделяется на следующие этапы:

### 1. ТО в начальный период эксплуатации

- Ежедневное обслуживание – выполняется силами водителей;
- Техническое обслуживание.

### 2. ТО в основной период эксплуатации

- Ежедневное обслуживание – выполняется силами водителей;
- ТО-1;
- ТО-2;
- Дополнительные сезонные работы, выполняемые один раз в год.

Эксплуатация – этап жизненного цикла изделия, на котором реализуются, поддерживаются и восстанавливаются его качества. Эксплуатация включает в себя: использование изделия по назначению, транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт. Для принятия эффективного решения при эксплуатации изделия важна объективная информация о его техническом состоянии в интересующий момент времени.

Автомобиль – сложный объект, состоящий из ряда агрегатов: двигателя, ходовой части, кузова и пр. Основной характеристикой для любой машины является ее надежность. В это понятие входят безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

Долговечность – важнейший показатель эксплуатационной эффективности автомобиля, который показывает способность объекта сохранять работоспособное состояние до достижения его предела.

Различают временные показатели долговечности: наработка, время восстановления, ресурс, срок службы и срок сохраняемости. Существует два вида наработки: наработка до отказа и наработка на отказ.

Наработка до отказа – наработка между началом эксплуатации и появлением первого отказа.

Наработка на отказ – наработка между окончанием восстановления объекта до работоспособного состояния и появления следующего отказа.

1. **Лозовский Н.Т.** Долговечность кузовов и кабин автомобилей: уч. пособие / Лозовский Н. Т., Корчажкин М. Г., Царева А. Д. – НН.: Типография НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2018. – 93 с.

УДК 629.331

ПРОНИНА А.А., СЕМЕНОВ М.М.

### **АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ КУЗОВОВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С увеличением количества легковых автомобилей в стране возрастает спрос на услуги ежедневного обслуживания автомобилей, в частности, на уборочно-моечные работы. Но также важно знать, что эти работы оказывают непосредственное влияние на лакокрасочное покрытие элементов автомобиля, в связи с чем возрастает спрос на сервисные услуги кузовного ремонта.

Мюнхенский технический университет совместно с концерном Мерседес-Бенц выполнил научное исследование в целях установления точного ранжирования ручной мойки в сравнении с автоматическими способами относительно повреждения краски и полировки кузова автомобиля. Условия сравнения: испытание проходили автомобили класса “седан”. Было предусмотрено, что каждый автомобиль должен пройти в среднем 25 моек в год – часть автомобилей мыли вручную, другие обрабатывались моющим оборудованием.

Участвующие в исследовании автомобили покрыли смесью уличной грязи, содержащей достаточно крупные (0.1-0.5мм) частицы песка, а также тестовые автомобили содержали грязь в труднодоступных местах (внутренняя часть бамперов, колесные арки), масляные пятна и остатки антигололедного реагента на поверхности кузова. Условия теста требовали самого тщательного удаления всех видов загрязнения.

При ручной мойке было задействованы четыре человека, которые мыли транспортное средство разными методами. Один автомобиль мыли, используя шланг высокого давления, второй – при помощи шланга и губки.

Еще пять автомобилей такой же степени загрязнения отправились в обычный автомоечный комплекс в стандартный рабочий день в потоке других транспортных средств.

Чтобы измерять степень повреждения краски, были задействованы оптические и электронные микроскопы. Метод анализа позволял определять глубину царапин с точностью от 0.27 до 0.001 мм.

В результате исследований автоматическая мойка автомобиля и ручная мойка имеют полностью различные эффекты воздействия.

Самые глубокие царапины после ручной мойки имели глубину до 1/10 толщины слоя. В ручной мойке неизменно использовалось небольшое количество воды, это позволяет задерживаться на покрытии частичкам песка, которые в последствии начинают работать как



наждачные диски, повреждая краску. Исследование поверхности тестовых автомобилей, обсуживающихся на полноценных автомойках, показало совсем другой результат. Покрытие осталось гладким, были лишь незначительные (менее 0.003мм) повреждения, фактически однородной структуры и параллельного расположения.

Для исследования воздействия на лакокрасочное покрытие в процессе автомобильной мойки Техническим Университетом Мюнхена был проведен ряд анализов. На рис.1. представлено покрытие нового автомобиля после первой ручной мойки. Характерные повреждения - это попадание частиц грязи или песка под тряпку мойщика (фото 1), а также то, что наиболее твердые частицы из-за нерегулярного споласкивания тряпки продолжают царапать покрытие машины (фото 2).



**Рис.1. Покрытие нового автомобиля после ручной мойки**

На рис.2. показан увеличенный фрагмент совершенно новой поролоновой губки, используемой на большинстве автомоек. На фотографии 4 можно видеть ту же самую губку после того, как ей был вымыт всего один автомобиль.



**Рис.2. Фрагменты губок**

Приводит все это к тому, что вы видите на рис. 3. Здесь показана поверхность капота после 25 циклов ручной мойки. Повреждения настолько многочисленны и глубоки, что исправить ситуацию может лишь полная радикальная полировка.

В данном исследовании изучалось воздействие на лакокрасочное покрытие при автоматической мойке стандартными щетками из скрученных полиэтиленовых волокон. На рис.4. показан увеличенный фрагмент поверхности автомобиля, прошедшего 25 циклов автоматической мойки. Процесс автоматической мойки включал в себя предварительное ополаскивание, нанесение пены, мойку щетками, споласкивание, нанесение горячего воска и осушителя, а также сушку. Все эти процедуры являются стандартными на большинстве автомоек, оснащенных порталным или туннельным оборудованием. Направленность царапин объясняется характером движения щеток, а меньшая глубина, чем при ручной мойке - отсутствием прижима частиц грязи и песка к поверхности автомобиля. Нанесенный воск дополнительно выполняет функцию небольшой полировки и сглаживает образовавшиеся неровности. Помимо этого, в дальнейшем именно восковой слой повреждается при каждой последующей автоматической мойке, благодаря чему лакокрасочное покрытие практически не подвергается воздействию.



**Рис.3. Поверхность капота после 25 циклов ручной мойки**



**Рис.4. Увеличенный фрагмент мойки**

Таким образом, исследования Мюнхенского технического университета полностью опровергают сложившийся стереотип в отношении автоматических моек. Современные технологии позволяют обеспечивать не только быструю и качественную мойку, но и значительно снизить повреждения лакокрасочного покрытия по сравнению с обычной ручной мойкой.

Следует понимать, что в российских условиях бесконтактная автоматическая мойка никогда не даст такого же результата качества мойки, как автоматическая мойка со щетками. Качество мойки будет очень сильно зависеть от применяемых химических реагентов, но даже лучшие реагенты не смогут обеспечить качество, аналогичное щеточным мойкам. Для обеспечения максимального качества мойки необходимо осуществлять, подогрев воды и использовать реагенты для смягчения воды.

Тесты, проводимые различными производителями лакокрасочного покрытия, такими, как DuPont, а также владельцами моечных центров показывают – щетки не повреждают лакокрасочное покрытие автомобилей. Однако иногда мы можем наблюдать, как поверхность кузова автомобиля, который часто подвергается автоматической щеточной мойке, становится матовой.

По итогу автовладельцам рекомендуется регулярно прибегать к следующим способам защиты лакокрасочного покрытия автомобиля.

Регулярное использование полиролей и восков. Данный способ защиты предусматривает нанесение на кузов автомобиля тонкого слоя полимерного покрытия на основе воска. Такая защита способна защитить автомобиль от мелких повреждений и дождя. При получении более серьезных повреждений, например, удара гравия – покрытие остается бессильным.

Использование “керамического покрытия” и “жидкого стекла”. «Жидкое стекло» имеет двойное предназначение – активная защита кузова автомобиля, позволяющая создать на лакокрасочном покрытии автомобиля достаточно толстый защитный слой, не имеющий какого-либо цвета, но имеющий небольшой блеск. В свою очередь «керамическое покрытие» представляет собой универсальный быстросохнущий защитный слой, напоминающий пленку

воздушного шарика.

Использование защитных пленок. Такая разновидность защитного покрытия сегодня являются лучшим решением защиты кузова от механических химических и физических повреждений. Для защиты кузова используются виниловые ПВХ пленки с минимальной толщиной в 100мм. Эксплуатационные качества пленки позволяют предоставить кузову автомобиля активную защиту от таких повреждений как: гравий, вылетающий из-под колес других участников движения, песчаная крошка, мелкие ДТП, повреждений, получаемых при неаккуратной парковке.

### *Библиографический список*

1. Управление качеством лакокрасочных покрытий в малярно-кузовном производстве легковых автомобилей [http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/143923/tarbakov\_r.i.pdf?sequence=1]
2. Анализ способов защиты лакокрасочного покрытия, восстановленного после ремонта кузова легкового автомобиля [https://elibrary.ru/item.asp?id=42335476]

УДК 629.113

СТРОЖНОВ П.А., БЕРДНИКОВ Л.А., РОЧЕВ Л.С.

### **УВЕЛИЧЕНИЕ РЕСУРСА ДВИГАТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ ВАЗ 2170 – «LADA PRIORA»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

«Лада Приора» — это первый отечественный автомобиль, который является конкурентом для иномарок как по комфортабельности и динамике, так и по надежности. Машина имеет не только улучшенные технические характеристики, но и значительные усовершенствования в плане управляемости. Однако вместе с тем потенциальных покупателей, да и самих владельцев интересует ресурс двигателя данного автомобиля. Как известно, прежние модели ВАЗ редко могли проехать более 120-130 тысяч километров без капитального ремонта. В то же время их западные аналоги легко проезжали по миллиону и больше километров. Итак, что же принципиально нового есть в автомобиле «Лада Приора»? И как увеличить ресурс силовых установок, которые монтируют на данную машину?

**Обновленные силовые установки**

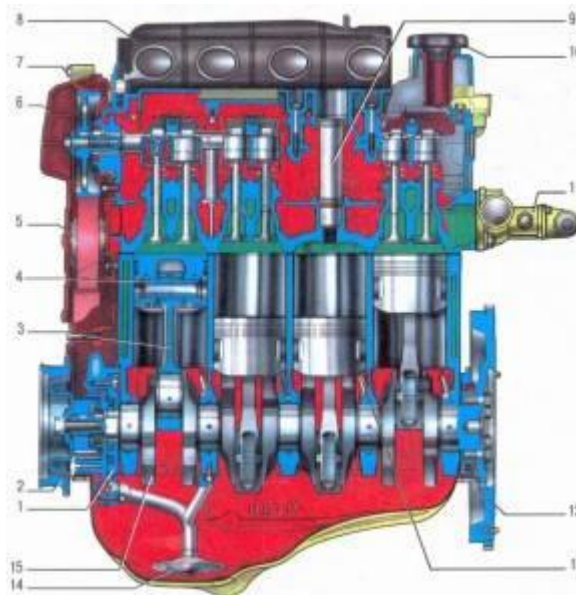
В самом начале эту машину сильно критиковали, особенно за старый «десяточный» 8-клапанный мотор. Однако очень скоро на машину стали устанавливать новый двигатель, имеющий 16 клапанов, который поразил новоиспеченных владельцев своими качествами. Если посмотреть на его технические характеристики, то особой разницы со старым мотором незаметно. Да, примерно на 1 л сократился расход топлива и на 10 л. с. выросла мощность, но на динамике это не слишком отразилось. Максимальная скорость хоть и увеличилась, но всего на 20 км/ч. Самое главное — мотор стал работать гораздо тише. Это сразу ощущается как водителем, так и пассажирами — возникают ассоциации с качественными современными иномарками.

Второй момент заключается в том, что мотор работает ровно на всем сегменте оборотов. Если «десятка» требовала от водителя определенного привыкания, например, ему приходилось бросать постоянные взгляды на тахометр и прислушиваться к работе мотора, то «Лада Приора» позволяет ездить без малейшего напряжения. Усовершенствовать работу двигателя на Приоре удалось не только за счет новой системы газораспределения, но и благодаря использованию обновленных поршней, шатунов и еще целого ряда деталей.

А вот качество сборки моторов отличается. Причем сама силовая установка обычно собрана достаточно хорошо, но навесное оборудование довольно слабое. О том, какие у мотора

проблемные места, знают почти все. Так, часто отказывает помпа. На ранних моделях машины были проблемы с роликом ГРМ, пока его не заменили на фирменный Gates. Несмотря на наличие недоработок, авто больших хлопот не доставляет.

Наверное, каждый понимает, что отечественные автомобили относятся к эконом-классу, поэтому при их изготовлении идут по пути максимального удешевления конструкции. Спокойную езду такие машины выдерживают, но при агрессивном вождении быстро ломаются. К этой категории относится и «Лада Приора», которая рассчитана на очень бережную эксплуатацию.



**Рис.1. Устройство двигателя**

Несмотря на то, что у двигателей Приоры достаточно «лошадей» для динамичной езды, раскручивать мотор до высоких оборотов крайне нежелательно. Если ездить в очень спокойном режиме, тогда движок может прослужить 200-300 тысяч километров. Испытатели и инженеры ВАЗа называют и гораздо большую цифру, 500 тысяч километров ресурса, хотя завод предоставляет только 120-тысячную гарантию. Но по мнению многих автолюбителей, полумиллионный пробег этот автомобиль вполне может выдержать, если ездить на нем спокойно. Особенно опасно перегревать мотор, а также перегружать автомобиль. Учитывая, что у двигателей Приоры отказывает помпа, нужно постоянно следить за уровнем охлаждающей жидкости и ее температурой.

Еще один немаловажный момент касается зимней эксплуатации автомобиля. Как и любой другой, мотор на Приоре плохо переносит холодный запуск. В настоящее время на автомобиль стали ставить штатные предпусковые подогреватели, они идут в комплектации «Норма». Но автовладельцы часто ставят к двигателям Приоры и подогреватели других фирм. Если такого устройства не установлено, мотор перед выездом нужно тщательно прогревать обычным способом.

При поездках на дальние расстояния рекомендуется двигаться без превышения скорости. Оптимальная крейсерская скорость для данного автомобиля — 90-120 км/ч. Чем больше загрузка, тем ниже должна быть скорость. Определить, насколько двигателю тяжело, можно и по расходу топлива. Если он сильно увеличивается, значит, механизм испытывает повышенные нагрузки. Помимо этого, стоит помнить, что мощности двигателя Приоры иногда не хватает для езды по трассам с высокой скоростью движения. Поэтому при частых обгонах мотор неминуемо перегружается.

Бензин и масло влияют на ресурс мотора.



**Рис.2. Выбирать качественное масло и бензин**

Если старые автомобили от ВАЗ славились своей нетребовательностью к качеству горючего, да и масло в них можно было лить любое, то двигателям Приоры нужны только хорошие жидкости. Что касается масла, то в мотор стоит заливать качественную синтетику. Не стоит бояться, что начнут течь уплотнители и прокладки. Поскольку расход масла на новом 16-клапанном двигателе низкий, можно приобретать самые дорогие и проверенные марки. Хорошая смазка позволяет даже чуть-чуть увеличить мощность силовой установки. Ожидать прибавления лошадиных сил не стоит, но немного динамики появится. При этом очень важно не залить в мотор подделку. А еще менять масло нужно в хорошем и проверенном автосервисе, где не оставят в моторе отработку. Смазку следует обновлять дважды в сезон либо каждые 10-15 тысяч километров пробега. Зимой, конечно, лучше использовать масло меньшей вязкости, а летом — большей. Это позволит увеличить ресурс двигателя.

Что касается топлива, то мотор на Приоре работает на 95 бензине, другой в бак лить нельзя. Заправляться нужно только на хороших заправках, где гарантированно не продадут бензин с более низким октановым числом и вредными для двигателя присадками.

Помогает увеличить ресурс мотора и частая замена фильтров: масляного, топливного, воздушного. А вот восстанавливающие присадки лучше не использовать, толку от них бывает не очень много. Более того, движку можно порядком навредить, увеличить его износ. Из-за присадок могут образовываться отложения, которые приведут к серьезным поломкам силовой установки. Но в целом «Лада Приора» является достаточно нежной машиной, как и многие иномарки.

Помимо всего вышеперечисленного, помогает увеличить ресурс мотора и регулярная диагностика. Двигатель на Приоре может испытывать колоссальные нагрузки, если какая-то из систем работает неправильно. Например, при поломке топливной аппаратуры или сбоях в системе зажигания могут периодически отключаться цилиндры, что негативно скажется на долговечности поршневой группы. Поломка датчиков тоже приводит к определенным проблемам в режиме работы двигателя. Вовремя выявив сбой на диагностике и оперативно его устранив, мотор можно привести в норму и снизить негативное влияние поломки.

### ***Библиографический список***

1. Lada Priora ВАЗ 2170 с двигателем 1,6i. Устройство, эксплуатация, обслуживание, ремонт. В.Л. Костенко. г. Тольятти, 2013 г.
2. Автомобили ВАЗ-2170, 2171,2172: Трудоемкость работ (услуг) по техническому обслуживанию и ремонту / А.И. Чванов. г. Тольятти, 2007 г.
3. Автомобиль Lada Priora с двигателями 1,6i. Руководство по ремонту, эксплуатации и обслуживанию. / А.П. Игнатов, К.В. Новокшенов. г. Тольятти, 2012 г.

**СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Методы диагностирования автомобиля можно разделить на две группы: субъективные и объективные. В субъективных методах получение информации производится с помощью органов чувств человека, поэтому они в большинстве случаев имеют достаточно высокую погрешность. К субъективным методам относятся: визуальный, прослушивание, тактильный. Объективные методы основываются либо на измерениях деталей автомобиля, либо на анализе информации о деталях автомобиля, полученной с помощью диагностических средств. На участке диагностики современной СТО должны находиться: сканер, мотортестер, газоанализатор, дымомер.

Система управления современного автомобиля в обязательном порядке содержит в себе электронный блок управления двигателя (ЭБУ). ЭБУ получает информацию о состоянии двигателя с датчиков, установленных на нем, обрабатывает ее и в соответствии с заложенной в него прошивкой и отправляет команды на исполнительные механизмы. Кроме этого, ЭБУ способен обнаруживать сбои в работе электронной системы управления двигателем (ЭСУД). Для связи с ЭБУ нужен сканер. С его помощью можно: проверять работу исполнительных механизмов, считывать и просматривать сигналы с датчиков ЭСУД, считывать и просматривать коды неисправностей ЭСУД, просматривать информацию о ЭБУ, прошивке и другие данные. Данные, которые отображает сканер – это данные, полученные с ЭБУ, поэтому они могут не являться достоверными, например, из-за неисправности какого – либо датчика или из-за плохого контакта с ним. Существует два типа сканеров: портативные и программные. Портативные состоят из одного прибора, состоящего из кабеля, подключающегося к диагностическому разъему автомобиля, кнопок управления и экрана. Программные состоят из специального адаптера, соединяющегося с разъемом автомобиля и ПК и диагностической программы на ПК. Так как протоколы обмена информацией между сканером и ЭБУ у разных производителей отличаются, необходимо иметь несколько сканеров.

Мотортестер позволяет измерить реальные параметры различных узлов двигателя, системы зажигания и элементов ЭСУД. Он состоит из электронного осциллографа и набора датчиков:

- Емкостный или индуктивный датчик. Позволяет оценить процесс сгорания топливовоздушной смеси с помощью снятия осциллограммы вторичного напряжения. На форму этой осциллограммы влияет множество факторов: состояние катушки зажигания, высоковольтных проводов, свечей, свечных наконечников, состав топливовоздушной смеси, компрессия, исправность ЭБУ. Также позволяет снять реальные показатели с датчиков и исполнительных механизмов ЭСУД.

- Датчик давления в цилиндре. Устанавливается вместо свечи зажигания. С помощью него можно установить состояние цилиндропоршневой группы двигателя и клапанов, правильность установки фаз ГРМ, герметичность впускного тракта, реальный угол опережения зажигания, реальные углы открытия, закрытия клапанов, перекрытия, давление в цилиндре, утечки, забитость впускного тракта.

- Токовый датчик. Позволяет оценить исправность генератора, стартера, бортовой сети, состояние АКБ.

Газоанализатор представляет собой прибор для анализа состава выхлопных газов и программного вычисления соотношения топливно-воздушной смеси, работает по принципу спектрометрии. Существуют двух-, четырех- и пятикомпонентные газоанализаторы. Для диагностики современного инжекторного двигателя необходим как минимум четырехкомпонентный газоанализатор, который позволяет измерять содержание оксида углерода (СО), углево-

дородов (СН) (в пересчете на гексан), диоксида углерода (СО<sub>2</sub>), кислорода (О<sub>2</sub>). Газоанализатор может быть стационарным, транспортируемым, переносным и блочно-модульным. Работает по следующему принципу: в выхлопную трубу автомобиля вставляется специальный шланг, соединенный с газоанализатором. Сквозь измерительную кювету, которая представляет из себя трубку, с помощью насоса прокачиваются выхлопные газы, которые проходят предварительную фильтрацию и очистку. С одной стороны трубки устанавливается инфракрасный излучатель, с другой стороны – светофильтры, которые выделяют те длины волн, которые соответствуют исследуемым газам. После поток попадает в приемник излучения, который определяет его интенсивность. Далее происходит преобразование полученной интенсивности в информацию о концентрации газов в выхлопе. Далее для измерения содержания кислорода и оксида азота газ попадает на электрохимические датчики. Эти датчики вырабатывают электрический сигнал с напряжением пропорциональным концентрации этих газов. С помощью газоанализатора можно определить, как протекает процесс горения топливовоздушной смеси в цилиндрах двигателя, который влияет на главные показатели двигателя – мощность и экономичность. С помощью газоанализатора можно выявить следующие неисправности: бедная или богатая смесь, пропуски воспламенения, эффективность работы катализатора, неисправность топливной системы, негерметичность выпускного тракта, неисправность датчика кислорода.

Таким образом при диагностике двигателя современного автомобиля предпочтения нужно отдавать современным объективным методам и стараться избегать использования субъективных методов, основанных на органах чувства человека, поскольку они не обеспечивают получения точной информации о состоянии двигателя.

#### ***Библиографический список***

1. **Яковлев, В. Ф.** Диагностика электронных систем автомобиля. Учебное пособие. М.: СОЛОН-Пресс, 2003, 272 с
2. **Тюнин, А. А.** Диагностика электронных систем управления двигателями легковых автомобилей. Практическое пособие, ISBN 978-5-902197-13-3, СОЛОН-ПРЕСС, стр. 352 - 2007

УДК 656.13

ШУСТОВ С. А., МЕЛЬНИКОВА Е.Ю., РОЧЕВ Л.С.

#### **ОЦЕНКА УРОВНЯ ШУМА ОТ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В Г.КИРОВЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Шум - всякий нежелательный или вредный воспринимаемый звук, который образуется в результате человеческой деятельности, исходящий от подвижных (автомобильного, железнодорожного и авиационного транспорта) и, так называемых, стационарных (энергетические, промышленные и иные предприятия) источников шума. В настоящее время, около 80% крупных городов имеют проблему высокого шумового загрязнения. В свою очередь, процент загрязнения от автомобильного транспорта варьируется от 80 до 90. Любое увеличение шума выше природного отрицательно действует на здоровье человека и сопровождается: повышенной утомляемостью, снижению умственной активности, возникновением нервозности.

Целью данного исследования является:

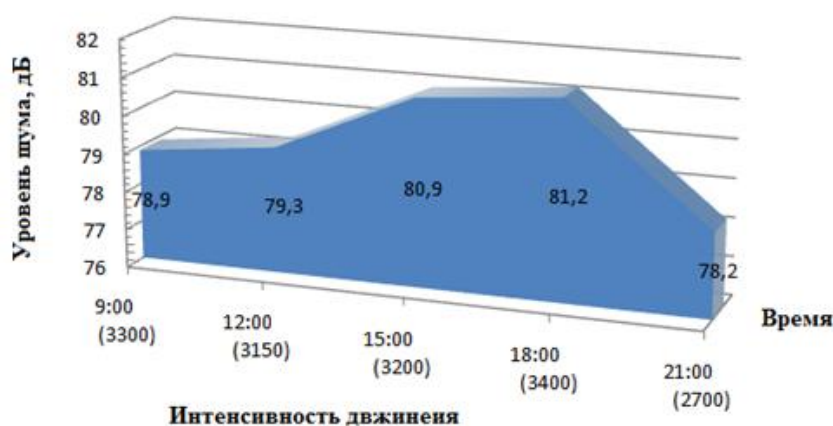
- 1) мониторинг воздействия транспортного шума на оживленных участках дороги в центре и на выезде из города;
- 2) исследование транспортных потоков и установление зависимости уровня шума от вида транспорта (легковые автомобили, грузовые автомобили, автобусы);
- 3) изучение методов по защите населения от шумового загрязнения и предложения их реализации.

Опытной базой исследования были приняты: пересечение ул. Воровского - Октябрьский проспект (центр г.Кирова) и кольцевая развязка Советский тракт – ул. Производственная.

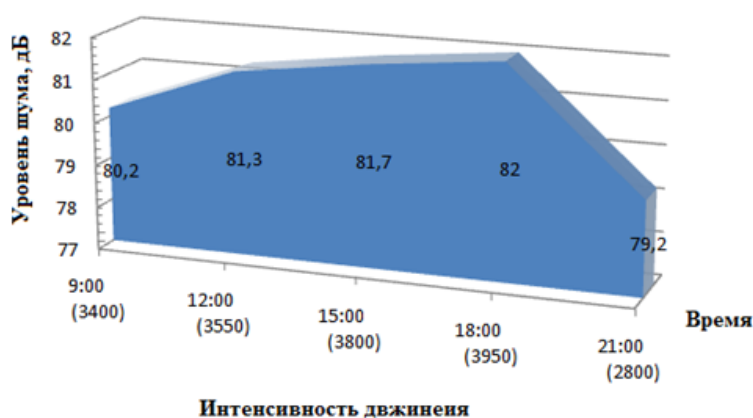
Для оценки уровня транспортного шума использовались ГОСТ 20444-2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики», ГОСТ Р 53187-2008 «Шумовой мониторинг городских территорий».

Замер шума на пересечениях ул. Воровского - Октябрьский проспект (центр г.Кирова) и кольцевой развязки Советский тракт – ул. Производственная – ул. Потребкооперации проводились в течение 3 дней (понедельник, среда, пятница): утром с 9:00-10:00; днём 12:00-13:00, 15:00-16:00; вечером 18:00-19:00, 20:00-21:00. Данное исследование проводилось при помощи шумомера марки GM1351 от Benetech. При проведении измерений учитывались такие показатели, как: состояние дорог (поверхность проезжей части мокрая), погодные условия (дождь, средняя скорость ветра не превышала 5 м/с).

На рисунках 1 и 2 представлены результаты усредненных измерений, проводимых в течение 3 дней на пересечениях ул. Воровского - Октябрьский проспект (центр г.Кирова) и кольцевой развязки Советский тракт – ул. Производственная – ул. Потребкооперации соответственно.



**Рис. 1. Зависимость уровня шума от времени суток и интенсивности движения на пересечении ул. Воровского – Октябрьский проспект**



**Рис. 2. Зависимость уровня шума от времени суток и интенсивности движения кольцевой развязке Советский тракт – ул. Производственная – ул. Потребкооперации**

На диаграммах 1 и 2 по оси X – уровень шума, дБ; по оси Y – интенсивность движения, авт/ч; по оси Z – время, ч.

В результате исследований было установлено, что на кольцевой развязке Советский тракт – ул. Производственная – ул. Потребкооперации преобладают легковые автомобили, но по отношению к другому рассматриваемому перекрестку на данном участке дороги



большая концентрация грузовых автомобилей. Интенсивность движения варьируется от 2500 до 4000 авт./ч. В связи с этим, мы видим, что уровень шума составляет от 79 дБ и выше, что превышает допустимые нормы, и прилегающие территории являются зоной акустического дискомфорта. Преимущественно это шум с преобладанием низких частот (менее 400 Гц).

При борьбе с шумом одним из важнейших факторов, принимаемым во внимание, является частотный диапазон шума, в связи с этим шум делится на низкочастотные 20...300 Гц, среднечастотные 300...600 Гц и высокочастотные 600...20000 Гц. Особую проблему представляет подавление низкочастотного шума. Это связано с большим, по сравнению с высокочастотными шумами, расстоянием распространения низкочастотных звуковых волн – длины волн для них значительны по своей величине, что обеспечивает лучшее преодоление звукопоглощающих препятствий. Практически вся совокупность звуков, производимых автотранспортными средствами (АТС), в той или иной мере неблагоприятна для физиологических систем человека, т.е. эти звуки являются шумами. Совершенствование акустических характеристик АТС является важной задачей как с точки зрения улучшения потребительских качеств, так и с точки зрения защиты окружающей среды (ОС) и охраны труда водителей и пассажиров автомобилей (пассажиры также могут являться работниками транспорта, как и водители). Традиционные средства борьбы с низкочастотными шумами в АТС зачастую малоэффективны ввиду: необходимости использования заглушающих камер значительных объемов, дефицита подкапотного пространства автомобилей, избыточной массы и размеров камерных глушителей, повышения гидравлического сопротивления на впуске, затруднений, связанных с использованием звукоизолирующих и вибродемпфирующих материалов для снижения низкочастотного шума и т. д.

В настоящее время для снижения шума применяются шумовые экраны. На пересечение ул. Воровского – Октябрьский проспект плотная застройка: жилые многоэтажные дома, жилые здания с административными помещениями (магазины, кафе и пр.). Одним из требований к установке шумозащитных экранов является то, что они должны отвечать эстетическим требованиям, удачно вписываться в ландшафт и не препятствовать осмотру едущими окружающего ландшафта. Установка шумовых экранов на пересечениях является нецелесообразной, поэтому перспективным для решения описанных проблем является использование устройств активного шумоподавления, основанных на сложении звуковых волн в противофазе. Эти устройства в значительной мере лишены перечисленных недостатков. Применение систем активного гашения (САГ) для защиты человека от воздействия интенсивных акустических полей весьма перспективно. Высокое качество таких элементов современных систем управления, как электроакустические преобразователи, сигнальные процессоры, позволяет получить ослабление внешнего шумового поля в среднем на 10-25 дБ для синусоидальных сигналов и 6-12 дБ для широкополосных сигналов в диапазоне частот 20-700 Гц.

Таким образом, применение систем активного гашения (САГ) позволит снизить шумовую нагрузку на пересечениях с высокой интенсивностью движения, тем самым благоприятно воздействуя на здоровье населения.

### ***Библиографический список***

1. ГОСТ 20444-2014. Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 14 с.
2. ГОСТ Р 53187-2008. Шумовой мониторинг городских территорий. – Москва: Стандартинформ, 2009. – 14 с.
3. **Цукерников И.Е.** О требованиях к акустическим параметрам в проекте специального технического регламента "О требованиях к безопасности объектов технического регулирования, необходимых для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия на территории Российской Федерации". Стандарты и качество, 6, 2006г.

---

---

# Автотракторные двигатели внутреннего сгорания

---

---

УДК 621.432.2

БУЗИКОВ Ш.В., ПЛОТНИКОВ С.А., КОЗЛОВ И.С.

### РАСШИРЕНИЕ ПРЕДЕЛОВ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПРИМЕНИМОСТИ ТОПЛИВ С ДОБАВКАМИ РАПСОВОГО МАСЛА

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

При добавке в чистое дизельное топливо рапсового масла необходимо соблюдение условия обеспечения бесперебойной подачи топлива [1], определяющее работоспособность системы питания [2], а именно непрерывное, надежное и полное поступление топлива в камеру сгорания дизеля в соответствии с заданным законом топливоподачи [1]. Нарушение этого закона приводит к нарушению процесса смесеобразования и сгорания [1].

На топливоподачу влияние оказывают условия эксплуатации и физико-химические свойства топлива с добавками рапсового масла [1]. Условия эксплуатации выражаются параметрами внешней среды, т.е. температурой, давлением и влажностью [1]. Физико-химические свойства топлива выражаются прокачиваемостью и фильтруемостью, которые относятся к низкотемпературным свойствам.

Прокачиваемость характеризует результат и особенности процесса прокачки топлива по элементам системы питания дизеля, а фильтруемость, как частный случай прокачиваемости, представляет из себя способность топлива проходить через фильтр [1].

Основной причиной нарушений в топливоподаче являются наличие в топливе твердой фазы различного происхождения [1]. Основными характеристиками прокачиваемости топлив являются текучесть и фильтруемость, определяемые через температуры замерзания, помутнения, кристаллизации [2], а также предельную температуру фильтруемости [1, 3], определяемые как низкотемпературные свойства топлив. В исследованиях [2] проведенных ранее было установлено что в результате добавления рапсового масла в дизельное топливо в значительной степени ухудшаются низкотемпературные свойства. Данное обстоятельство накладывает определенные ограничения на концентрацию добавки рапсового масла в дизельное топливо и ограничивают возможность его применения.

В связи с этим расширение пределов низкотемпературной применимости топлив с добавками рапсового масла является актуальной задачей [3].

Для решения поставленной задачи необходимо:

1. Найти способы улучшения низкотемпературных свойств топлив с добавками рапсового масла
2. Определить влияние низкотемпературных свойств топлив с добавками рапсового масла на процессы воспламенения в дизеле.
3. Определить зависимость экологических показателей дизеля от низкотемпературных свойств топлив с добавками рапсового масла.
4. Рассчитать технико-экономический эффект от применения способа расширения пределов низкотемпературной применимости топлив с добавками рапсового масла.

### *Библиографический список*

1. Бузиков Ш. В. Определение предельной концентрации рапсового масла в смесевом топливе применяемое в дизеле / Ш. В. Бузиков, С. А. Плотников, И. С. Козлов // Вестник транспорта Поволжья. – 2021. – № 1(85). – С. 72-79.
2. Бузиков Ш. В. Оптимизация состава смесевое топлива для применения в тракторных дизелях / Ш. В. Бузиков, С. А. Плотников, И. С. Козлов // Труды НАМИ. – 2021. – № 1(284). – С. 16-24. – DOI 10.51187/0135-3152-2021-1-16-24.
3. Патент № 2730833 С1 Российская Федерация, МПК С10L 10/14, С10L 1/00, С10L 1/22. Низкотемпературная топливная композиция: № 2019116555: заявл. 29.05.2019: опубл. 26.08.2020.

УДК 621.432.2

БУЗИКОВ Ш.В., ПЛОТНИКОВ С.А.

### **УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ДИЗЕЛЕЙ ПУТЁМ ОПТИМИЗАЦИИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОДАЧИ СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА**

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

Несомненно, что в данный момент мировое дизелестроение испытывает серьёзный кризис. Данное обстоятельство связано с ежегодно ужесточающимися нормами выбросов вредных и загрязняющих веществ в атмосферный воздух. После введения на территории целого ряда европейских государств норм евро-6, некоторые производители дизельных двигателей и вовсе заявили о прекращении дальнейших разработок в этом направлении [1]. В связи с этим всё больший интерес со стороны исследователей вызывают альтернативные топлива [1]. В качестве исследуемых альтернативных топлив всё чаще внимание приковывается к горючим газам, спиртам, маслам растительного происхождения, эфирам и т.д. Однако использовать те или иные виды альтернативного топлива без внесения каких-либо конструктивных изменений в систему питания дизеля нельзя [2]. Поэтому это накладывает определённые ограничения на виды применения альтернативных топлив. Самым доступным и экономически целесообразным способом организации подачи альтернативных топлив является их совместная подача в виде смеси. Поэтому наиболее распространёнными среди всех альтернативных топлив являются жидкие [2].

Применением смесевых топлив в дизелях занималось огромное количество исследователей как в Российской Федерации, так и зарубежом. Эти исследования продолжаются уже четверть века. Однако у ученых до сих пор нет однозначного понимания о том какое жидкое альтернативное топливо и его количество в смесевом топливе наиболее подходит для того или иного дизельного двигателя [3]. В связи с этим основной задачей является разработка способов и методов применимости жидких альтернативных топлив в дизелях.

Для решения поставленной задачи необходимо:

1. Определить оптимальную теоретическую химическую формулу смесевое топлива, состоящую из дизельного и альтернативного, которая наиболее полно удовлетворяет условиям: обеспечивает наилучшие эффективные, индикаторные и экологические показатели работы дизеля.
2. Определить оптимальный состав смесевое топлива в зависимости от нагрузочно-скоростного режима работы дизеля, обеспечивающий наилучшие значения эффективных и экологических показателей.
3. Для определённого состава смесевое топлива в зависимости от нагрузочно-скоростного режима обеспечить оптимальные значения показателей процесса сгорания.

4. Разработать алгоритм и систему регулирования состава, количества и закона топливоподачи смесового топлива в зависимости от нагрузочно-скоростного режима работы дизеля обеспечивая наилучшие эффективные и экологические показатели.

### *Библиографический список*

1. Бузиков, Ш.В. Исследование применимости жидких альтернативных топлив / Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства: Сборник научных трудов - Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – С. 184-189.
2. Бузиков, Ш.В. Улучшение эксплуатационных показателей дизельных двигателей сельскохозяйственных машин путём применения оптимальных составов жидких альтернативных топлив / Чтения академика В.Н. Болтинского: семинар, Москва, 20–21 января 2021 года. – Москва. – С. 180-185.
3. Патент № 2763633 С1 Российская Федерация, МПК F02D 1/04, F02D 1/10. Система регулирования смесового топлива дизеля: № 2021112026: заявл. 27.04.2021: опубл. 30.12.2021.

УДК 621.436

ЗАБОЛОТСКИХ Г.Э., ПЛОТНИКОВ С.А.

## **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ДИЗЕЛЯ НА СМЕСИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ**

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

Перед каждым ученым, занимающимся разработкой нового вида альтернативного топлива, встает задача выбора такого метода оценки эксплуатационных свойств, который бы как можно более полно соответствовал задачам его исследования. На сегодняшний день существует большое количество моторных (прямых)[1-3] и безмоторных (косвенных) методов оценки эксплуатационных свойств топлив [4-5]. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. Прямые методы характеризуются более точными результатами по сравнению с косвенными, но при этом требуют сложного технического оборудования. Косвенные методы же базируются на корреляционных зависимостях между эксплуатационными свойствами и физико-химическими показателями. Каждый исследователь выбирает сам, какой метод исследования ему использовать, опираясь при этом на цели своей работы, а также на материально-технические возможности.

В нашем исследовании мы занимаемся исследованием смесового топлива, состоящего из минерального дизельного топлива и равных частей сурепного масла и этанола [6]. Проведя анализ научных источников, мы пришли к выводу, что большинство стендовых испытаний работы дизельного двигателя проводятся по методике ГОСТ 18509-88 «Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний». Эта методика ориентирована по большей мере на ходовые качества работы дизельного двигателя, которые, конечно же, тоже являются важными при исследовании топлив. Нами же было принято решение в ходе стендовых испытаний двигателя применить методику ЕЭК ООН №96 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения двигателей с воспламенением от сжатия для установки на сельскохозяйственных и лесных тракторах в отношении выброса загрязняющих веществ этими двигателями». Выбор этой методики можно обосновать следующими факторами:

1. Уклон на экологическую составляющую (анализ вредных газообразных и мелкодисперсных частиц);
2. Большее количество режимов работы двигателя в ходе испытаний (ГОСТ 18509-88 имеет 6 режимов, а ЕЭК ООН №96 – 8 режимов);

3. Недостаточная проработанность этой методики в отношении дизельных смесевых топлив с растительными маслами.

### *Библиографический список*

1. **Крюков, В. В.** Смесевое сурепно-минеральное топливо: результаты экспериментальных исследований и технические решения Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: Сб. материалов Всероссийской НПК. – Пенза: РИО ПГСХА, 2012. – С. 202-204.
2. **Плотников, С. А.** Исследование работы автотракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 на смесях дизельного топлива с рапсовым маслом / С.А. Плотников, П.Н. Черемисинов, А.Н. Карташевич, А.Л. Бирюков // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – №1(25) – С.110-118.
3. **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.
4. **Скворцов, Б.В., Силов Е.А., Солнцева А.В.** Определение взаимосвязи показателей детонационной стойкости с электродинамическими параметрами углеводородных топлив на основе статистического моделирования компонентного состава / Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. Академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета), 2010, №1, с. 166 – 173.
5. **Табрисов, И.И., Султанова, Р.Б., Николаев, В.Ф.** Рефракто-денсиметрический метод контроля автомобильных бензинов на соответствие нормативам евро-4 и -5 по суммарному содержанию ароматических углеводородов и содержанию кислорода / Вестник Казанского технологического университета, 2012, №9, с 228-232.
6. **Виноградов, Д.В.** Сурепица яровая в южной части нечерноземной зоны [Электронный ресурс] / АГРО XXI: электрон. научн. журн. 2010. N 7-9. URL: <http://https://www.agroxxi.ru/journal/20100709/20100709019.pdf> (дата обращения: 15.12.2021).

УДК 621.43.057

МОТОВИЛОВА М.В., ПЛОТНИКОВ С.А.  
**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОДОГРЕВА ТОПЛИВА НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ  
ПОКАЗАТЕЛИ ТРАКТОРА БЕЛАРУС - 922**

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров

Распоряжением правительства РФ № 1734-р от 22.11.2008 г утверждена транспортная стратегия страны до 2030 г., в которой транспорт отнесен к приоритетной отрасли экономики.

В связи с расширением посевных площадей, парка тракторов и автомобилей к ДВС предъявляются повышенные эксплуатационные, экономические и экологические требования.

Одним из направлений для решения данного вопроса может являться воздействие на рабочий процесс двигателя путем предварительного подогрева дизельного топлива (ДТ) [1-4]. При подогреве ДТ до 300 °С часть углеводородных молекул обладает уровнем энергии равной энергии активации (величине энергетического барьера) химической реакции. В научной литературе мало экспериментальных данных при использовании высокотемпературного подогрева топлива в двигателе в составе МТА.

Эксплуатационные испытания работы трактора «Беларус – 922» на подогретом ДТ в полевых условиях проводились в соответствии с ГОСТ 30745-2001 (ИСО 789-9-90) и ГОСТР ИСО 14067-2021. При проведении испытаний на активированном топливе к штатной топливной системе трактора подсоединялась система локального индукционного нагрева ДТ.

Высокотемпературный подогрев ДТ приводит к изменению показателей токсичности и дымности в зависимости от температуры подогрева топлива, а также от скорости движения трактора.

Концентрация показателей СхНу в отработавших газах (ОГ) с увеличением скорости движения трактора с  $v=8,86$  км/ч до  $v=12,74$  км/ч без подогрева ДТ и с подогревом топлива увеличивается. При подогреве ДТ до  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  и до  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$  и скорости движения трактора равной  $12,74$  км/ч концентрация СхНу в ОГ снижается на  $14,4\%$  и  $20,6\%$  по отношению к ДТ без подогрева. Уровень содержания сажи в ОГ с увеличением скорости движения трактора с  $v=8,86$  км/ч до  $v=12,74$  км/ч увеличивается. Концентрация твердого углерода при скорости движения трактора  $8,86$  км/ч и подогреве топлива до  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  и до  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$  снижается на  $2,1\%$  и  $9,7\%$  по отношению к ДТ без подогрева на этой же скорости. При скорости  $12,74$  км/ч снижение составляет  $3,7\%$  и  $7,4\%$  соответственно по отношению к ДТ без подогрева.

Выводы:

1. Проведенные экспериментальные исследования подтверждают не ухудшающиеся характеристики трактора Беларус-922 при работе на подогретом ДТ до температуры  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
2. Концентрация токсических веществ в ОГ при подогреве ДТ до  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$  снижается.

### *Библиографический список*

1. **Балабин, В.Н.** Особенности применения термофорсирования топлива на локомотивных дизелях / В.Н. Балабин, В.Н. Васильев // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – №4. – С. 107–113.
2. **Храмов М.Ю.** Улучшение характеристик двигателя путем термофорсирования топлива / М.Ю. Храмов, М.Х. Садеков // Вестник АГТУ. – 2007. – №6 (41). – С. 83–86.
3. **Плотников С. А.** Исследование показателей работы дизеля с термофорсированием / С.А. Плотников, Ш.В. Бузиков, В.Ф. Атаманюк // Журнал Вестник Марийского государственного университета. – 2015. – С. 39–43.
4. **Плотников С.А.** Оценка показателей процесса сгорания и тепловыделения в дизеле с предварительным подогревом топлива / С.А. Плотников, А.Н. Карташевич, М.В. Мотовилова. – DOI 10.15507/2658-4123.031.202103.349-363 // Инженерные технологии и системы. – 2021. – Т. 31, № 3. – С. 349–363.

УДК 621.43.057

СМОЛЬНИКОВ М.В., ГНЕВАШЕВ П.В., ПЛОТНИКОВ С.А.

### **АНАЛИЗ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ИТОГОВ ПРИ БЕЗМОТОРНОЙ ОЦЕНКЕ ЭКСПРЕСС-МЕТОДОМ СВОЙСТВ БИОТОПЛИВ**

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

В настоящее время для определения эксплуатационных свойств дизельных двигателей используют моторные установки, где при сжигании топлива измеряются выходные параметры. В этом направлении проведено много исследований, где в качестве топлива использовали смеси товарного дизельного топлива (ДТ) со спиртами, растительными маслами и др. [1-3]. Недостатками метода прямых измерений является то, что он трудоёмок, требует сложного лабораторного оборудования, а так же не имеет возможности оценить эксплуатационные свойства дизельного топлива по месту эксплуатации. Часть исследователей идёт по другому пути и использует безмоторные экспресс-методы (БЭМ) оценки эксплуатационных характеристик топлив, в которых рассматриваются корреляционные зависимости между эксплуатационными свойствами и физико-химическими показателями [4-5]. К таким показателям отно-

сятся диэлектрическая проницаемость, показатель преломления, бензольный индекс и др. Преимущества таких методов перед моторными заключаются в том, что они могут спрогнозировать эксплуатационные характеристики работы ДВС без сжигания топлива. Вот некоторые промежуточные результаты наших исследований:

1. Некоторые выходные показатели работы ДВС на альтернативных топливах могут существенно зависеть от измеренных в ходе эксперимента, что позволяет найти корреляционные зависимости между ними.
2. В качестве экспресс-метода оценки эксплуатационных свойств двигателя можно использовать удельную рефракцию, так как она проста в определении, не зависит от внешних условий и позволяет использовать её на месте эксплуатации.
3. Эксплуатационные показатели ДВС напрямую зависят от моторных и физико-химических свойств применяемых топлив.
4. Перспективным исследованием в области применения альтернативных видов топлива является безмоторная оценка их эксплуатационных свойств с помощью физико-химических экспресс методов.

### *Библиографический список*

1. **Плотников, С.А., Карташевич А.Н., Глушков М.Н., Шипин А.И.** Создание и исследование свойств многокомпонентных биотоплив для тракторных дизелей. //Тракторы и сельхозмашины, 2020. - № 6. - С. 6–12.
2. **Плотников, С.А., Карташевич А.Н., Смольников М.В., Шипин А.И.** Оценка регулировочных показателей двигателя сельскохозяйственных транспортных средств при применении многокомпонентных биотоплив. //Вестник РГАТУ, 2021. - № 1. – С. 149-155.
3. **Плотников, С.А., Карташевич А.Н., Смольников М.В., Шипин А.И.** Determining of optimum operation modes of a diesel engine with a multicomponent bio-fuel composition. //IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 1086 (2021). – № 012014.
4. **Скворцов, Б.В., Силов Е.А., Солнцева А.В.** Определение взаимосвязи показателей детонационной стойкости с электродинамическими параметрами углеводородных топлив на основе статистического моделирования компонентного состава Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. Академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета), 2010, №1, с. 166 – 173.
5. **Ladommatos N., Goacher J.** Equations for predicting the cetane number of diesel fuels from their physical properties Fuel, 1995, vol. 74, No. 7, pp. 1083-1093.

УДК 621.432.2

СМОЛЬНИКОВ М.В., ЧЕРНОВ А.Н., ЗАХАРОВ Д.В. ПЛОТНИКОВ С.А.

## **АНАЛИЗ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

Правительство Российской Федерации регулярно ставит задачи об улучшении обстановки на дорогах страны. Одним из основных документов направленных на обеспечение данных задач является «СТРАТЕГИЯ безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018 - 2024 годы» от 8 января 2018 г. № 1-р.

Учёными кафедры ТМ Вятского государственного университета (ВятГУ) совместно с преподавателями КРО ОО «Всероссийского общества автомобилистов» взято направление на изучение и проведение анализа Постановления Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 (ред. от 26.03.2020) "О Правилах дорожного движения". Работа по информированию населе-

ния о безопасности дорожного движения ведётся уже несколько лет [3]. Основная задача – донести до каждого необходимость соблюдения правил дорожного движения (ПДД). Результаты снижения числа погибших в дорожно-транспортном происшествии (ДТП) [1,2] свидетельствуют о действенности мер предпринятых в данном направлении.

Результаты анализа показывают следующее:

1. Знаки дополнительной информации (таблички) 8.1.3. и 8.1.4. «Расстояние до объекта» схожи визуально со знаками 8.2.5 и 8.2.6. «Зона действия», а по своему значению не одинаковы.
2. Знаки дополнительной информации (таблички) 8.4.1.- 8.4.8. «Вид транспортного средства», а также 8.4.9.- 8.4.15. «Кроме вида транспортного средства» не устанавливают правила водителям мопедов.
3. Правилами дорожного движения не определено как правильно и по какой траектории произвести разворот на перекрёстке.
4. Не сказано как определить направление движения трамвая по трамвайным путям.
5. Не оговорено возмещение причинённых убытков владельцу, предоставившего транспортное средство сотрудникам полиции.
6. Не уточнены до конца отличия прилегающей территории от перекрёстка в реальных условиях на дорогах.
7. В определении «Обочина» сказано «элемент дороги ... используемый для движения...», а в п. 9.9 ПДД сказано, что «запрещается движение транспортных средств по разделительным полосам и обочинам...».
8. Пункт ПДД 7.2. устанавливает правила выставления знака аварийной остановки, но не определяет его приоритетность перед разметкой 1.1., 1.3. и 1.11.

#### **Библиографический список**

1. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 2020 год. Информационно-аналитический обзор. – М.: ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2021, 79 с.
2. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 9 месяцев 2021 года. Информационно-аналитический обзор. – М.: ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2021, 39 с.
3. **Смольников М.В., Сергеев Д.Г.** Обеспечение безопасности дорожного движения на транспорте в Российской Федерации. Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. / редкол.: В. Р. Петровец [и др.]. – Горки : БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 251-255

УДК 621.43.057

ШИПИН А. И., ПЛОТНИКОВ С. А

#### **СРАВНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ НА МКБТК ПО СКОРОСТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ**

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров

Постоянное отслеживание мирового опыта позволяет учёным кафедры ТМ Вятского государственного университета (ВятГУ) взять направление на создание новых альтернативных топлив, позволяющих заменить традиционное топливо. Постоянно ведутся разносторонние исследования по расширению свойств и пределов использования возобновляемых, преимущественно жидких источников энергии, как в чистом виде, так и в виде компонентов, добавленных к дизельному топливу (ДТ).



Цель исследований – сравнение экологических показателей работы дизеля по скоростной характеристике на многокомпонентном топливе МКБТК15 (PM15%+Э15%+ ДТ70%) и МКБТК25 (PM25%+Э25% +ДТ50%).

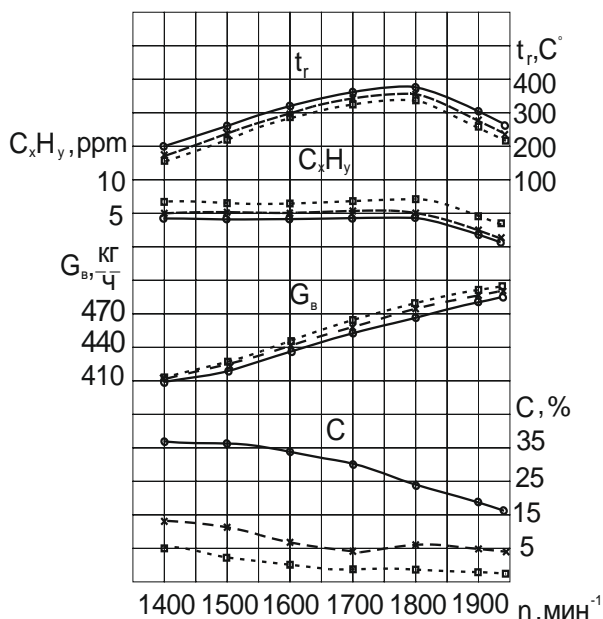


Рис. 1. Экологические показатели при снятии скоростной характеристики

○ — ○ — дизельное топливо;  
 ✕ — ✕ — 15 % этанола и 15% PM в составе (МКБТК15);  
 □ — □ — 25 % этанола и 25% PM в составе (МКБТК25).

С увеличением частоты вращения КВ от n=1400 мин-1 до n=1800 мин-1 при увеличении часового расхода воздуха наблюдается увеличение температуры отработавших газов (ОГ), предположительно, из-за увеличения цикловой подачи топлива. Однако, при работе на составах температура ОГ снижается во всём диапазоне изменения частоты вращения КВ из-за того, что с каждым циклом всё больше спирта и масла, которые, как известно, снижают среднюю температуру цикла. Если при работе объекта исследования на ДТ при n=1500 мин-1 температура ОГ на выходе составляет  $t_r=282^{\circ}\text{C}$ , то при n=1800 мин-1 температура ОГ на выходе равна  $t_r=386^{\circ}\text{C}$ . Так, при работе дизеля на МКБТК15 и МКБТК25 при n=1600 мин-1 температура ОГ на выходе составляет, соответственно,  $t_r=297^{\circ}\text{C}$  и  $t_r=285^{\circ}\text{C}$ , а при номинальной частоте вращения КВ температура ОГ составляет, соответственно,  $t_r=351^{\circ}\text{C}$  и  $t_r=343^{\circ}\text{C}$ .

При работе на МКБТК15 и МКБТК25 есть некоторое увеличение содержания  $\text{C}_x\text{H}_y$ , к примеру, на номинальной частоте вращения КВ их значения равны 5 и 7 ppm, соответственно, тогда, как на ДТ содержание  $\text{C}_x\text{H}_y = 4$  ppm.

Обращая внимание на графики содержания сажи, заметно, что данный компонент в ОГ снижается в случае работы дизеля на МКБТК15 и МКБТК25 по сравнению с работой на чистом ДТ. Так, увеличение частоты вращения КВ от n=1400 мин-1 до n=2000 мин-1 влечёт за собой снижение выброса сажи в атмосферу от 36% до 16%, в то время как работа на составах сопровождается меньшей эмиссией сажи во всём диапазоне.

### Библиографический список

1. Карташевич А.Н., Плотников С.А., Смольников М.В., Черемисинов П.Н., Расширение многотопливности автотракторного дизеля при использовании альтернативных топлив. //Известия МГТУ «МАМИ», 2019. - № 3(41). – С. 66-72.

2. **Плотников С.А., Бузиков Ш.В., Козлов И.С.** Определение регулировочных параметров системы топливоподачи тракторного дизеля при работе на топливных композициях с добавками рапсового масла //Вестник РГАТУ, 2018. - № 4 (40). – С. 133-138.

УДК 004.434

ЛАЛЫКИН К.А., ПЕШЕХОНОВ М.Д., КОЛЕСНИЧЕНКО Д.А., КУКЛИНА И.Г.

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОРА СИСТЕМОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ РАЗРАБОТКИ И СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ МАШИН

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет  
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Создание современного концерна по производству машин повышенной проходимости для выполнения строительных и геолого-разведочных операций в условиях Крайнего Севера задача весьма перспективная на данном этапе развития экономики России. Так как основная часть территории Российской Федерации – заснеженные просторы, то и перемещение по бездорожью в период осенне-весенней распутицы осуществляется при помощи специальных снего-болотоходов [1]. Строительством данных машин необходимо заниматься разветвленно и масштабируемо. Для этих целей лучше всего создавать на просторах страны отдельные специальные заводы по разработке комплектующих агрегатов.

Тематика представленного исследования – выполнение административной структуры предприятия, осуществляющего проектирование, расчет, строительство и сборку специальных высокопроходимых машин. Администрирование и управление информационной автоматизированной структурой осуществляется при помощи операционной системы Windows Server.



**Рис.1. Административная структура управления информационной системой предприятия по созданию специальных машин высокой проходимости.**

Грамотно настроенные параметры администрирования информационной системой позволяют пользователям масштабируемого предприятия производить проектирование и создание машин, выполняя операции удаленно, управлять циклом автоматизированного сборочного и испытательного процессов [2]. Процессор автоматизированного управления позволит руководить полным разветвленным масштабируемым производственным комплексом централизованно из одного командного пункта.

### 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, НГТУ им. Алексева. – Н.Новгород, 2012. , 2012. - С. 44-46

УДК 629.3

МАРКОВНИНА А.И., МАКАРОВ В.С., ВАХИДОВ У.Ш. БЕЛЯКОВ В.В.

### ОБЩАЯ КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ КАРТЫ ПОДВИЖНОСТИ ТТМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

На основе параметров ТТМ и территории, по которой необходимо проехать, возможно построить карту подвижности.

Управление ТТМ сводится к решению пяти задач:

- поддержанию скорости движения;
- поддержанию ориентации и курсовой устойчивости;
- поддержанию подвижности;
- устранению критических ситуаций;
- обеспечению жизнеспособности и безопасности ТТМ [1].

Для построения карты подвижности для определённой ТТМ можно оперировать первой, второй и четвёртой задачами. Поддержание скорости движения складывается из управления энергетической установкой, силовой установкой и органами торможения. Поддержание ориентации и курсовой устойчивости характеризуется уровнем управляемости, устойчивости и манёвренности. Задача устранения критических ситуаций многогранна, для её выполнения ТТМ оснащается системами помощи водителю.

Грунт, по которому движется ТТМ, может быть однородным, слоистым и сегментным, состоять из одного типа минералов (снег, графий, асфальт) или нескольких (песко-гравийная смесь, миксты). Каждый тип грунта по-разному реагирует на смятие и смещение слоёв или сегментов. Отдельно нужно рассматривать влажные грунты (болотистые местности, грязь, ил) и замёрзшие (наледь, лёд, смесь снег-песок). Параметры грунта играют важную роль при расчете тяговых характеристик ТТМ.

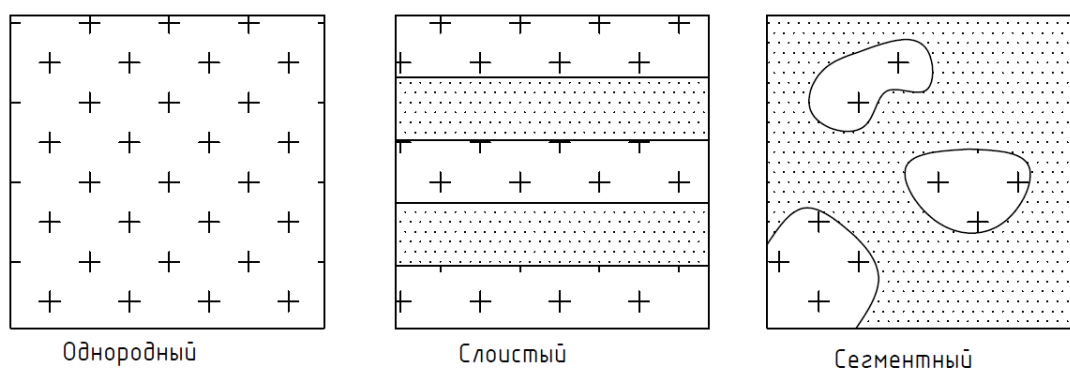


Рис.1. Различные типы грунта

Следует выделить три случая возможности движения транспортного средства:

- ТТМ проедет без затруднений (без потери подвижности);
- ТТМ проедет, но медленно (с частичной потерей подвижности);
- ТТМ не проедет (с 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. После ответа на вопрос проедет ли ТТМ по заданному участку можно выделить три пути следования: самый быстрый, самый безопасный и самый экономичный.

Определение возможности движения колёсной ТТМ позволит с достаточной точностью построить карту подвижности для любого заданного участка местности. Расчёт должен проводиться для относительно однородного участка, соответствующего масштабу ТТМ или местности. Участки, на которые нужно разбить местность, могут быть различной формы, выбор формы зависит от особенностей – водные, растительные, горные объекты. Либо следует выбрать наиболее простой для расчёта вариант.

Есть вариант упрощения разбивки карты местности, если на ней присутствует большая область со сходными характеристиками. В этом случае можно вести построение маршрута учитывая возможность любого по большому участку.

- 
1. **Беляков, В.** 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. В. Белякова, Л. Палковича ; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева". - Нижний Новгород, 2012. - 475 с.

УДК 629.3

МАРКОВНИНА А.И., МАКАРОВ В.С., ВАХИДОВ У.Ш. БЕЛЯКОВ В.В.

## **СВЯЗЬ ПРОХОДИМОСТИ И ПОДВИЖНОСТИ ТТМ**

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева

Одной из задач управления ТТМ является устранение критических ситуаций, к которым относится преодоление особенностей местности. Профильная проходимость характеризует возможность ТТМ преодолевать препятствия на пути следования без дополнительных инженерных устройств. Опорная проходимость машины характеризует способность проезда по грунтам, учитывая их несущие свойства и особенности взаимодействия с двигателем [1].

Профильная проходимость характеризует способность автомобиля преодолевать неровности пути, препятствия и вписываться в ширину проезжей части дороги или ширину между препятствиями. Опорная проходимость определяется способностью автомобиля двигаться по грунтовым, заснеженным, обледенелым, мокрым и скользким дорогам без потери сцепления двигателя с полотном пути.

Дискретная проходимость определяет способность ТТМ преодолевать единичные препятствия с резко отличающимися от местности параметрами. К ним можно отнести валуны, деревья, постройки.

Отдельного рассмотрения заслуживают водные преграды, так как при их преодолении необходимо учитывать не только способность машины проехать по дну (сцепление с песком/илом), но и глубину возможного брода для рассматриваемой машины.

На профильную проходимость автомобиля большое влияние оказывают его геометрические параметры, к которым относятся: угол въезда и угол съезда. Эти углы определяют возможность преодоления крутых бугров, канав и ям. Величины этих углов не зависят от схемы шасси (от количества осей) и могут быть как одинаковыми, так и несколько отличаться. Другим параметром является величина дорожного просвета. От неё зависит способность автомобиля двигаться по дорогам с колеями, по снегу и мягким грунтам [2].

Возможности движения по бездорожью ТТМ определяются состоянием опорной поверхности (грунт, песок или снег) и характером взаимодействия движителя с этой поверхностью. При движении колёсного автомобиля его ведущие колеса оказывают на опорную поверхность вертикальную нагрузку и сдвигающее усилие. Если величина тяговой реакции больше сил сопротивления движению, автомобиль двигается, если же меньше, то происходит остановка и полное буксование колес.

Решение преодолеть препятствие по прямой или объехать его принимается из соотношения высоты препятствия и радиуса колеса, высотой расположения решётки радиатора. Препятствие не должно нанести ТТМ повреждений, после которых движение станет невозможным.

При преодолении водной преграды нужно учитывать осадку колеса в грунт, а также не допустить заливания двигателя.

### ***Библиографический список***

1. **Беляков, В., Палкович Л.** 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.
2. **Лаврентьев, В. Б.** Вождение автомобилей высокой проходимости//., «Транспорт», 1974.

УДК 629.3

ПАПУНИН А.В., КЕЛЬДИН А.Е., БЕЛЯКОВ В.В.

### **ТЯГОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОТОБУКСИРОВЩИКОВ**

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева

Развитие активных способов передвижения и средств индивидуальной мобильности охватывает все больше и больше сфер жизнедеятельности современного общества. Огромную популярность на этом фоне получили различные виды электросамокатов, электробайков и гироскутеров. Подавляющее количество этих устройств предназначены для движения по тротуарам, велодорожкам, дворам и дорогам с усовершенствованным покрытием. Однако сферы жизни, связанные с проживанием в сельской местности, занятиями охотой и рыбалкой, необходимостью передвижения в условиях северных регионов и болотистых местностей практически не охвачены данным видом средств мобильности. В связи с этим, наряду с «городскими» средствами мобильности, бурное развитие в последние годы получили средства мобильности для внедорожного движения, в основном они представлены различными видами мотобуксировщиков.

Для передвижения людей и грузов мотобуксировщики агрегатируются, в летнее время различными видами колесных тележек, а в зимнее время различными видами санных устройств. Типичные виды мотобуксировщиков с прицепными устройствами показаны на рис. 1.



а)



б)

**Рис.1. Мотобуксировщик разработки НГТУ им. Р.Е. Алексеева с колесным (а) и санным (б) прицепными устройствами**

Для проверки тяговых возможностей разработанного мотобуксировщика коллективом студентов, аспирантов и преподавателей НГТУ им. Р.Е.Алексеева были проведены натурные испытания в Княгининском районе Нижегородской области. Исследования были проведены в продолжение работ [1-6]. Испытания летнего варианта мотобуксировщика проводились в августе 2021 года, а испытания зимнего варианта были проведены в феврале 2022 года. Фрагменты натурных испытаний показаны на рис. 2.



а)



б)

**Рис. 2. Фрагменты натурных испытаний мотобуксировщика в летний и зимний периоды**

В ходе замеров с использованием тензометрического датчика были получены следующие результаты:

- сила тяги мотобуксировщика в летний период на скошенном поле составила 465 Н, далее гусеница срывалась в режим буксования;
- сила тяги мотобуксировщика в зимний период на заснеженном поле составила 653 Н, далее гусеница так же срывалась в режим буксования.

Полученные данные позволяют судить о высокой эффективности использования мотобуксировщика для индивидуального перемещения при движении вне дорог с усовершенствованным покрытием.

\* Работа выполнена при финансовой поддержке грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых - кандидатов наук МК-336.2022.4.

### Библиографический список

1. **Zhukov, S.** Study of trafficability conditions of typical agricultural soils in the Nizhny Novgorod region (Russian Federation). Proceedings of the ISTVS 20th International and 9th Americas Conference, September 27-29, 2021
2. **Zhukov, S.S.** Method of development of snow mobility maps. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1753 (2021) 012028 doi:10.1088/1742-6596/1753/1/012028
3. **Zhukov, S.** Study of the characteristics of soil surfaces as roads for agricultural robotic complexes. E3S Web of Conferences 193, 01055 (2020) ICMTMTE 2020 DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202019301055>
4. **Жуков, С.С.,** Исследование влияние преобладающих ветров на формирование снежного покрова. Будущее технической науки: сборник материалов XIX Всероссийской молодежной научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2020. – С. 129-130.
5. **Жуков, С.С.** Подвижность аграрных транспортно-технологических машин с учетом пространственно-временного фактора. Будущее технической науки: сборник материалов XX Всероссийской молодежной научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2021. С. 380-382.
6. **Жуков, С.С.** рельефа местности и физико-механических свойств грунта на примере аграрных территорий. XXVI Нижегородская сессия молодых ученых (технические, естественные науки). – М.: Издательство «Перо», 2021. – с. 3-6.

УДК 629.3

ПАПУНИН А.В., ЖУКОВ С.С., МАКАРОВ В.С.

### ДИСКРЕТНЫЕ ПРЕПЯТСТВИЯ НА ПУТИ ВЕЗДЕХОДНЫХ МАШИН

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева

Передвижение вне дорог с усовершенствованным покрытием не может происходить без преодоления различных дискретных препятствий и профильных препятствий [1-7]. В нашем регионе очень часто эти препятствия могут представлять собой разнообразные виды растений, от небольшого кустарника до мощного дерева. При встрече с ними перед машинистом встает задача - продолжать движение напролом или попытаться объехать данные препятствия. Чаще всего для движения по пересеченной местности используют машины повышенной проходимости или вездеходы. Размеры и масса данных транспортно-технологических машин значительно варьируются: от сотен килограмм до нескольких десятков тонн. Поэтому при преодолении растительных объектов могут возникает множество ситуаций, в том числе и критические. Примеры вездеходов различных классов показаны на рисунке 1.



а)



б)

**Рис.1. Вездеходные транспортно-технологические машины разработки коллективов авторов из НГТУ им. Р.Е. Алексеева, с массами от 50 кг (а) до 16 тонн (б)**



Одна из часто возникающих критических ситуаций показана на рисунке 2, для наглядности в качестве объекта исследования выбран мотобуксировщик разработки коллектива НГТУ им. Р.Е. Алексеева.



**Рис.2. Возможная критическая ситуация при преодолении дискретного препятствия в виде небольшого дерева**

При преодолении данного вида препятствий возможны следующие варианты развития событий:

- вездеход в начале взаимодействия утыкается в препятствие и останавливается, данная ситуация возможна, когда масса и скорость движения машины не велика, а прочность препятствия значительная;
- вездеход сминает, преодолевает данное препятствие и продолжает дальнейшее движение, ситуация возможна, когда масса машины большая, а прочность препятствия незначительная;
- вездеход на начальном этапе сминает и наезжает на препятствие, после чего происходит полная или частичная потеря подвижности. Такое обычно наблюдается при преодолении продолжительного препятствия или нескольких препятствий одновременно;
- вездеход на начальном этапе сминает и заезжает на препятствие (показано на рис.2), а при его преодолении происходит опрокидывание транспортного средства (показано на рисунке 2 справа). Чаще всего это происходит, когда масса машины не велика, а скорость движения выбрана завышенной.

Анализ рассмотренных ситуаций позволяет сделать вывод о большой важности квалификации машиниста при использовании мотобуксировщика при движении вне дорог с усовершенствованным покрытием.

\* Работа выполнена при финансовой поддержке грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых - кандидатов наук МК-336.2022.4.

#### ***Библиографический список***

1. **Papunin, A.V.** The study of the profile passability all-terrain vehicles with a wheel formula 6x6 full mass 0.3, 0.75, 2 tons. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 709 (2020) 044029 doi:10.1088/1757-899X/709/4/044029
2. **Papunin, A.** Mathematical model of motion of a machine with a wheel formula 6x6 through a destructible moat. European-African Regional Conference of the International Society for Terrain-Vehicle Systems, September 8–11, 2019, Prague, Czech Republic
3. **Papunin, A.V.** Field research of profile trafficability of 6x6 wheel assembly KORSACK vehicle. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1177 (2019) 012051 doi:10.1088/1742-6596/1177/1/012051

4. Папунин, А.В. Модель преодоления разрушаемого рва многоосной колесной машиной. Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2019. №1(124) С. 194-203
5. Papunin, A. Calculation of trench width to be overcome by multi-axis wheeled vehicle. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 194 (2018) 062027 doi:10.1088/1755-1315/194/6/062027
6. Papunin, A.V. Sh. A dynamic model of unsupported pit traversal by a vehicle with 6x6 wheel arrangement. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 386 (2018) 012001 doi:10.1088/1757-899X/386/1/012001
7. Папунин А.В. Экспериментально-теоретические исследования преодоления рва многоосными колесными машинами. Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2017. №4(119). С. 155-162

УДК 004.434

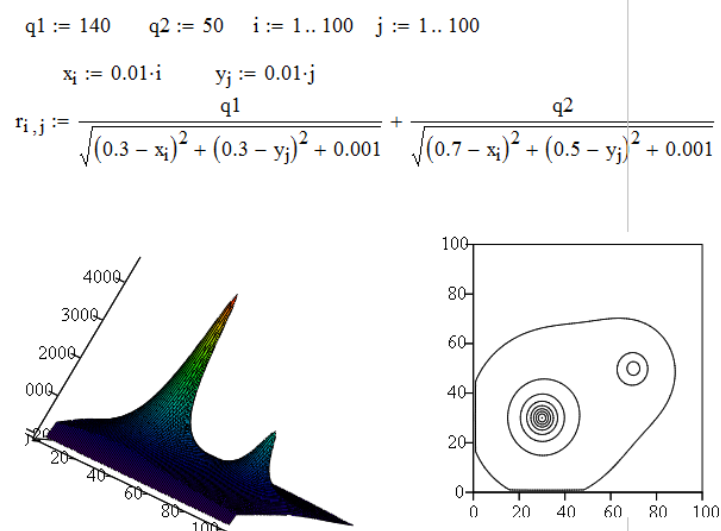
ПШЕНИЧНИКОВ К.И., ПУХОВ М.Н., КОЛЕСНИЧЕНКО А.Д., КУКЛИНА И.Г.

### ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССОР ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАСЧЕТА КОЛЕБАНИЙ СПЕЦИАЛЬНЫХ МАШИН

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет,  
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Роль специальных машин для заснеженного бездорожья в России трудно переоценить. Необходимость быстрого создания, проектирования и расчета машин, способных преодолевать непроходимые просторы Российской Федерации для доставки грузов и людей на территории Крайнего Севера привела к проблеме выработки алгоритмов быстрого расчета основных параметров машин, представляющих собой амфибийные вездеходы с роторно-винтовыми двигателями [1].

Тематикой представленного исследования явилось создание объектно-ориентированной информационной системы расчета параметров колебаний двигателей роторно-винтовой машины в математическом процессоре MathCAD.



**Рис.1. Расчет и отображение амплитудно-частотных характеристик колебательных процессов при выполнении рабочих процессов двигателем РВМ**

Колебательные процессы, возникающие в упруго-вязкой подвеске, передаваемые от двигателя, стали объектом реализации для создания объектно-ориентированного комплекса обработки информации, производящего расчет оптимальных параметров перемещения спе-

специальной машины с роторно-винтовым движителем по заснеженному бездорожью [2], для дальнейшего использования в различных целях.

### 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./
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; - Н.Новгород. НГГТУ им.Алексеева. – Н.Новгород, 2012. С.44-46.

УДК 004.434

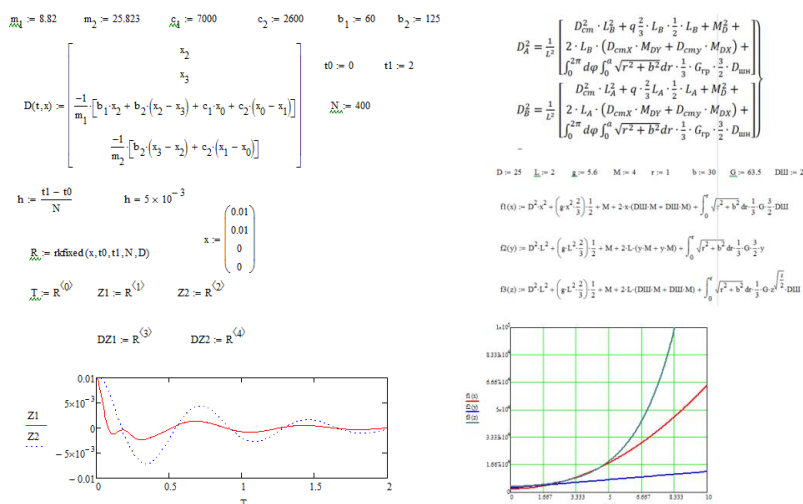
ШИШМАКОВА Т.В., ЖИРНОВА П.М., МАМЛИНА Е.А., КУКЛИНА И.Г.

### ПРОГРАММИРОВАНИЕ В СРЕДЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ MATHCAD ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СПЕЦИАЛЬНЫХ МАШИН

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет,  
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автоматизация и информатизация в современном мире – приоритетные направления применения компьютерных технологий в любой отрасли жизнедеятельности. В машиностроении это уже глобальная необходимость, без которой просто невозможно создание конкурентоспособного транспортно-технологического комплекса.

В предложенной исследовательской работе описан процесс создания программного комплекса для расчета основных геометрических параметров специальных роторно-винтовых машин высокой проходимости. Шнекороторная машина позволяет доставлять людей и грузы в труднодоступные области страны [1]. От того насколько правильно и точно произведены расчеты параметров движителя машины зависит надежность работы ротора и комфортность передвижения транспортно-технологического средства.



**Рис.1. Программные комплексы расчета колебательных характеристик движителя машины**

На рисунке продемонстрированы программные комплексы, выполненные в математическом процессоре MathCAD, позволяющие по параметрам колебательных процессов двигателя ротора осуществлять подбор оптимальных геометрических характеристик двигателя, а также назначать материал для выполнения шнека машины. Программирование в MathCAD существенно позволит снизить временные затраты на проектировочные процессы при создании машин повышенной проходимости.

### ***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.
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, НГТУ им.Алексеева. - Н.Новгород, , 2012. - С. 44-46.

УДК 629

САНДАКОВА Л.М., КОСОЛАПОВ Д.В.

### **АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТУРБОДЕТАНДЕРА В УЗЛЕ РЕДУЦИРОВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из направлений энергосбережения в газовой промышленности является использование вторичных энергоресурсов. В системах распределения природного газа снижение давления до необходимых величин в основном производится путем дросселирования посредством клапанных регуляторов давления. В ходе данного процесса рассеивается значительное количество энергии давления газа. Одним из способов энергосбережения на газораспределительной станции (ГРС), является использование турбодетандера (ТД). Турбодетандеры на ГРС не нашли широкого применения, т.к. существует ряд трудностей.

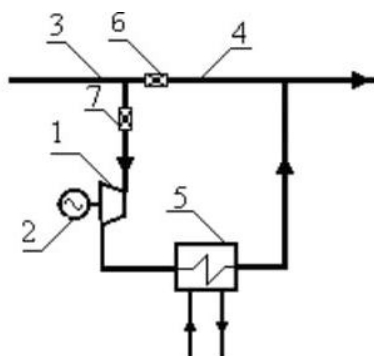
На ГРС в узле редуцирования происходит понижение давления с помощью регулятора давления. Отбор газа на турбодетандер, устанавливаемый на байпасной линии регулятора давления, целесообразно осуществлять не более 25% от общего расхода газа через ГРС, в связи с более высокими рисками нестабильной работы ТД по сравнению с регулятором давления. В случае нестабильной работы турбодетандера, оставшиеся 75% расхода газа через регулятор давления нивелируют ситуацию.

Турбодетандерная энергетическая установка (ТДЭУ) представляет собой газовую турбину, работающую на перепаде давления, и электрогенератор. В турбине происходит понижение давления газа и понижение температуры. Для стабильной работы турбины, электрогенератор должен создавать постоянную механическую нагрузку (сопротивление), в результате чего с электрогенератора должен обеспечиваться стабильный отбор электрической энергии, чтобы поддерживать постоянную частоту вращения турбодетандера. Регулирование потребляемой электроэнергии производится специальным оборудованием. Для стабилизации давления на входе, перед турбодетандером устанавливают регулятор, в следствии чего мы имеем постоянный перепад давления на турбине.

Для типовой ГРС малой производительности (10-30 тыс. м<sup>3</sup>/ч), количество потребляемой электрической энергии не превышает 5 кВт\*ч. Потребление электрической энергии на ГРС имеет значительные сезонные колебания в году (зимой потребление может достигать 5 кВт\*ч, а в летнее время может снижаться до 0,5 кВт\*ч). Поиск потребителя остатков электрической энергии – одна из возникающих сложностей.

Основная проблема применения ТД на ГРС заключается в значительном охлаждении газа после турбодетандера по сравнению с регулятором давления. На регуляторе давления температура газа понижается примерно на 0,55 °С при редуцировании на 1 бар, однако на ТД понижение температуры может доходить до 1,5 °С на 1 бар в зависимости от турбодетандера. Количество энергии, которую необходимо затратить на подогрев газа для компенсации его охлаждения в ТД, превышает энергию, получаемую от турбодетандера. Ввиду наличия требований к температуре газа на выходе ГРС (от -10 до 0 °С), применение турбодетандерного агрегата приводит к необходимости увеличения топливного газа на подогревателе газа.

Одно из решений данной проблемы – утилизировать не только электроэнергию, но и холод. Схема применения турбодетандера на ГРС с теплообменником для утилизации холода представлена на рис.1.



**Рис.1. Принципиальная схема применения ТДЭУ с утилизацией холода**

1-детандер; 2-генератор; 3-трубопровод высокого давления; 4-трубопровод низкого давления; 5-теплообменник (холодильник); 6-редуцирующее устройство ГРС; 7-редуцирующее устройство перед детандером [2]

Рисунок 1 –

### ***Библиографический список***

1. Кулагина О. В. Повышение энергоэффективности системы газоснабжения при внедрении энергохолодильных комплексов: диссертация кандидата технических наук: 25.00.19 / Кулагина Ольга Владимировна
2. Р Газпром 2-6.2-600-2011 «Применение турбодетандерных энергетических установок и расчет их основных параметров»

УДК 629.124.791

АБРАМОВА М.А.

#### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЛЕДОВОЙ ХОДКОСТИ ЛЕДОКОЛА МОЩНОСТЬЮ 11 МВт

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Решение задач освоения Арктических районов России требует повышения эффективности ледоколов и транспортных судов арктического плавания. Несмотря на довольно значительное количество литературы по ледоколам, при практическом решении проектных задач возникают методические трудности, так как ряд важных общепроектных вопросов разработан и освещен недостаточно. Поэтому актуальным является задача выбора методик для прогнозирования ледовой ходкости на стадии проектирования.

В результате работы была спрогнозирована ходкость ледокола мощностью 11 МВт класса КМ  $\star$  Icebreaker 7 [1] AUT1-ICS HELIDECK Oil recovery ship с основными характеристиками:  $L_p = 99,8$  м;  $B_p = 24$  м;  $H = 10,8$  м;  $T = 7,4$  м;  $D = 10005$  т;  $\delta = 0,573$ .

Во время работы ледокол встречается с различными ледовыми условиями: движение в битом льду, движение в сплошном льду и прибегает к работе набегам. Оценка сопротивления в битом льду была произведена по методу В.А. Зуева [1]:  $R_{\text{бл}} = \rho_{\text{л}} g B h^2 \cdot \left( 0,13 \frac{B}{h} + 1,3 Fr h + 0,5 Fr h^2 \cdot (2 - S) \cdot S^2 \right)$ .

Результаты расчета чистого ледового сопротивления представлены на рис. 1. На кривые сопротивления нанесена кривая тяги.

Кривые сопротивления при движении в сплошном льду выполнены по формуле Е.М. Грамузова [1]. Результаты расчета приведены на рис. 2 для бесснежного льда.

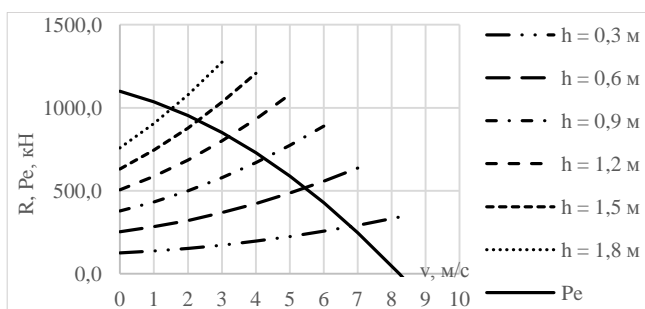


Рис. 1. Зависимости ледового сопротивления ледокола при движении в битом льду

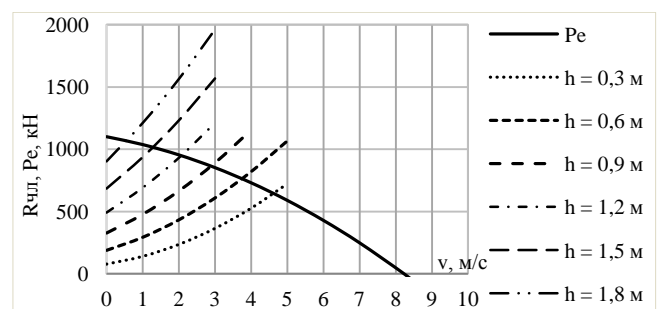
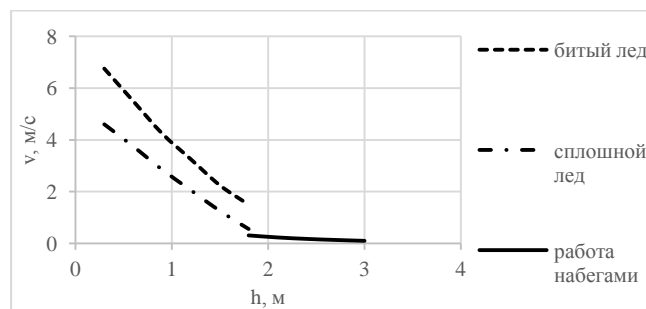


Рис.2 . Зависимости ледового сопротивления ледокола при движении в сплошном льду

Была оценена ходкость ледокола набегами по методике Н.В. Калининой [1]. Были построены кривые средней скорости движения от длины разбега ледокола в различных толщинах льда.



**Рис. 3. Кривые ледопроеходимости**

По результатам расчета можно сделать вывод, что существует оптимальная тактика работы ледокола набегами, когда средняя скорость движения будет максимальной. Чем толще лед, тем больше оптимальная длина разбега. Чем толще лед, тем больше свобода выбора длины разбега у судоводителя, так как кривая зависимости средней скорости движения ледокола набегами от длины разбега не имеет ярко выраженного пика.

На рис. 3 приведены кривые ледопроеходимости при различных ледовых условиях.

Из рис. 3 видно, что предельная ледопроеходимость составляет 1,8 м, во льдах большей толщины ледокол будет работать набегами.

Проектирование ледоколов и прогнозирование ходкости на стадии проектирования позволяют успешно решать поставленные стратегические задачи на базе отечественной научной базы, опыта проектных организаций и развивающейся судостроительной, атомной и машиностроительной промышленности.

1. **Ионов, Б.П., Грамузов Е.М.** Ледовая ходкость судов: монография.– СПб.: Судостроение, 2001.– 512 с.

УДК 629.124

БЕЛЯЕВ А.С.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОРТОВОГО БУКСИРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SOLIDWORKS**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Буксир – самоходное судно, предназначенное для перемещения других судов и плавучих сооружений. Портовые буксиры отличаются от морских меньшими размерами и используются для швартовки судов, а не для перевозки на значительное расстояние [1].

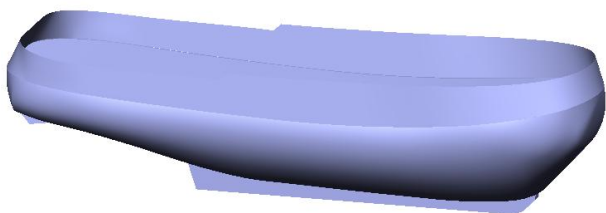
Целью данной выпускной квалификационной работы магистра является проектирование портового буксира суммарной мощностью 2400 кВт. Буксир проектируется на класс Российского Морского Регистра КМ★ Arc 4 R3 AUT3 Tug.

Судно предназначено для работ в портах и береговой зоне Белого моря. Количество членов экипажа составляет 8 человек. Буксир должен работать 8 суток автономно.

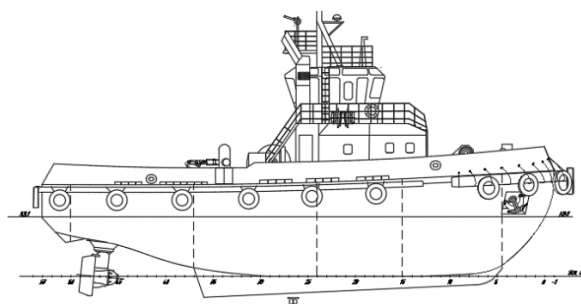
В качестве судна-прототипа выбран буксир проекта 90600 - КМ★ Arc 4 R3 AUT3 FF3 WS Tug. В результате выполненных расчетов было определено водоизмещение и главные размерения судна:  $L \times B \times T \times H = 31,8 \times 11 \times 4,8 \times 5,9$  м;  $D = 735,05$  т. С использованием САПР



SolidWorks [2] была построена 3D-модель поверхности корпуса судна (рис. 1), на базе которой был разработан теоретический чертеж и общее расположение судна (рис. 2).

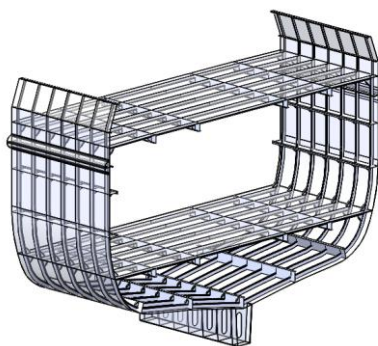


**Рис. 1. 3D-модель поверхности корпуса судна**



**Рис. 2. Схема общего расположения**

На следующем этапе была разработана конструкция корпуса. В качестве примера на рис. 3, приведена 3D-модель средней части буксира.



**Рис. 3. 3D-модель средней части судна**

Остойчивость и непотопляемость спроектированного судна удовлетворяет требованиям РМРС [3].

#### ***Библиографический список***

1. **Богданов, Б.В.** Буксирные суда: проектирование и конструкция / Б.В. Богданов, А.В. Слуцкий, М.Г. Шмаков, К.А. Васильев, Д.Х. Соркин. – Л: «Судостроение», 1974 год – 280 с.
2. **Князьков, В.В.** Компьютерные технологии в кораблестроении: учеб. пособие / В.В. Князьков; НГТУ им. Р.Е. Алексеева – Н. Новгород, 2015 г. – 130 с.
3. Российский Морской Регистр Судоходства. Правила и классификация постройки морских судов.: [Электронный ресурс] // Правила РМРС URL: <http://rs-class.com/ru/>

УДК 629.124.791

БИДНИК А.Н.

### **СРАВНЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДОВ ЛЕДОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ СЕЙСМИЧЕСКОГО СУДНА ПРОЕКТА 23340**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ускоренное освоение Арктической зоны России и существенное увеличение грузооборота Северного морского пути (СМП) выступают в качестве приоритетов экономического

развития страны. Ключевым условием достижения поставленных целей является расширение ледокольного, грузового и вспомогательного флота.

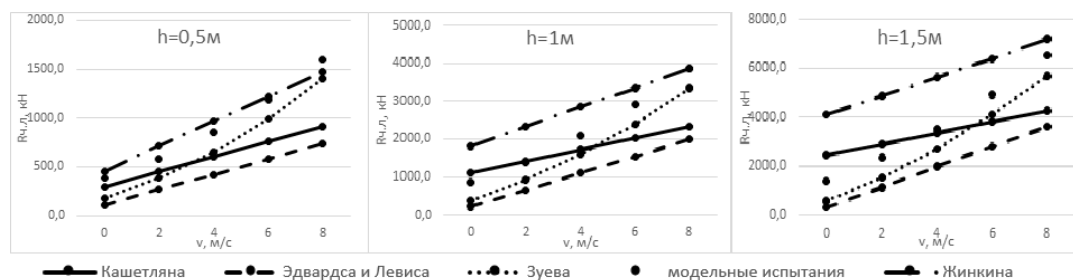
В развитии ледокольного флота прогнозирование ледового сопротивления и нахождение путей его уменьшения является одной из важных задач, которая позволяет вместе со снижением энергетических затрат уменьшить эксплуатационные затраты.

Прогнозирование ледового сопротивления важно не только для ледоколов, но и для всех судов, плавающих во льдах, а также ледостойких инженерных сооружений, что значительно повышает актуальность поставленной задачи.

Целью работы является на основе модельных испытаний выявить наиболее лучший метод для расчета ледового сопротивления. Для достижения этой цели проведен анализ ледового сопротивления при движении судов в сплошном льду; изучены методы оценки сопротивления льда движению судов; произведен пересчет модельных испытаний судна проекта 23340 различными методами и совершено сравнение полученных результатов с результатами модельных испытаний.

Основные характеристики сейсмического судна проекта 23340: категория ледовых усилений Агс7; длина по КВЛ 91,2 м; ширина по КВЛ 22,8 м, осадка 8,0 м.

Сравнение модельных испытаний и методов расчета ледового сопротивления проведено при следующих толщинах льда: 1,5м; 1м; 0,5м. Используются методы В.И. Каштеляна, Р. Эдвардса и И. Левиса, В.А. Зуева, метод В.Б. Жинкина.



**Рис. 1. Кривые ледового сопротивления**

Из кривых ледового сопротивления (рис. 1) видно, что при толщине льда  $h = 0,5\text{м}$  больше подходит метод В.Б. Жинкина, а при  $h = 1$  и  $1,5\text{м}$  точнее всего оказался метод В.А. Зуева.

### ***Библиографический список***

1. **Зуев, В. А.** Определение мощности энергетической установки сейсмографического судна проекта 23340: отчет о НИР (промежуточ.) / НГТУ им. Р.Е. Алексеева ; рук. – Нижний Новгород, 2012. – 75с.
2. **Ионов, Б.П., Грамузов Е.М.** Ледовая ходкость судов – СПб : Судостроение, 2013. – 502 с.

УДК 629.124

БЛИНОВ К.Д.

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ИЗГИБА ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА**

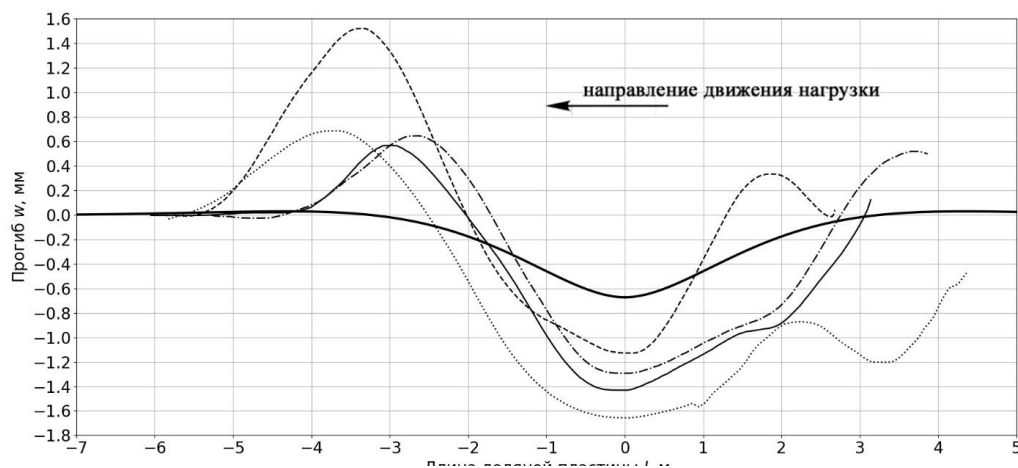
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время при проектировании ледоколов и судов тяжелого арктического плавания ставится вопрос достижении предельной ледопроеходимости, данная задача рассматри-

вается в статической постановке, что является не до конца корректным. При расчетных скоростях движения имеют место быть динамические факторы взаимодействия нагрузки с ледяным покровом, вопрос учета динамических составляющих деформации может дать значительный экономический эффект при эксплуатации ледотехнических средств.

Результаты натурных наблюдений на Ладожском озере [1] показали, что существует диапазон скоростей, когда несущая способность ледяного покрова растет до такой степени, что лёд перестает разрушаться. Этот фактор также не учитывается при расчете сопротивления движению обычных ледокольных средств. Были проведены экспериментальные исследования по изучению динамических процессов, возникающих в ледяном покрове, целью данных исследований являлось определение возможности моделирования деформации ледяного покрова в ледовом бассейне НГТУ при малых скоростях движения. Были получены профили волн, возникающие в ледяном покрове при движении по нему нагрузки (рис. 1).

По результатам экспериментов были уточнены переменные параметры для проведения дальнейших экспериментов, такие как глубина водоема и толщина ледяного покрова. Также было получено влияние веса нагрузки на изменение прогиба ледяного покрова с ростом скорости.



**Рис. 1. Профили волн в ледяном покрове при движении нагрузки массой: 27.32 кг:**  
 — статический профиль; ..... скорость 1.65 м/с;  
 — скорость 0.8 м/с; --- скорость 0.71 м/с; ---- скорость 0.45 м/с

1. **Иванов, К.Е., Кобеко П.П., Шульман А.Р.** Деформация ледового покрова при движении грузов // Журнал технической физики, 1946.-Т. 16.- С. 257-262.

УДК 629.124

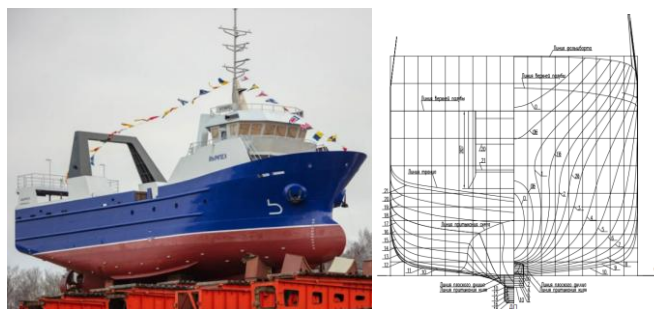
ВОЛКОВ А.Н., КНЯЗЬКОВ В.В.

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМЫ КОРПУСА РЫБОЛОВНОГО ТРАУЛЕРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Самой полной характеристикой формы корпуса любого судна является его теоретический чертеж. Среди всех кривых теоретического чертежа принято выделять несколько главных или базовых кривых. К ним относят диаметральный батокс, конструктивную ватерлинию, мидель-шпангоут и наиболее характерные теоретические шпангоуты в оконечностях — носовой и кормовой баланс-шпангоуты. Форма этих кривых во многом предопределяет остальные сечения корпуса судна, а значит и всю форму корпуса в целом.

Траулеры являются наиболее распространенным типом промыслового судна. В зависимости от размеров различают большие (БРТ), средние (СРТ) и малые (МРТ) рыболовные траулеры. Особенности формы корпуса рыболовных траулеров рассмотрим на примере малого рыболовного траулера проекта Т30В [1]. Это однокорпусное двухпалубное стальное судно, одновальное, с кормовым расположением машинного отделения, с траловым слипом в корме, рыбообрабатывающим цехом под верхней палубой, рефрижераторным трюмом в средней части, с надстройкой и одноярусной навигационно-промысловой рубкой (рис. 1). Класс судна РС КМ ★ Ice 3 R1 Fishing vessel Российского морского регистра судоходства (РС).



а) **Рис. 1. Малый рыболовный траулер:**  
 а – внешний вид; б – теоретический чертеж (корпус)

У диаметрального батокса можно выделить четыре характерных участка – это форштевень, килевая линия, ахтерштевень и палубная линия.

Бульбовые образования одно время рекомендовались для применения лишь на крупнотоннажных судах промыслового флота с длительным ходовым режимом, например, на транспортных рефрижераторных судах дальних рейсов [2]. У рассматриваемого судна наклонный форштевень с бульбом. Такая форма носовой оконечности в последнее время, как правило, применяется на судах данного типа.

Как и на многих судах малого и среднего тоннажа, в том числе на промысловых, килевая линия у судна имеет наклон – так называемый конструктивный дифферент на корму ( $\approx 1,9^\circ$ ). При наличии конструктивного дифферента у судов заметно увеличивается осадка кормой, что позволяет в свою очередь увеличить диаметр гребного винта. Конструктивный дифферент на корму позволяет избежать также появления эксплуатационного дифферента на нос и связанной с ним неустойчивости на курсе (рыскливости), облегчает управление малотоннажными судами в свежую погоду вследствие улучшения устойчивости на курсе [2].

Для траулеров с кормовым тралением характерна транцевая корма, так как плоский срез транца конструктивно удобен для устройства слипа, а большая ширина кормовой части ватерлинии защищает гребной винт от намотки всплывших сетей и тросов. С такой формой кормы верхняя ветвь ахтерштевня имеет прямолинейный участок.

Палубная линия гладкопалубных судов определяется точками притыкания палубы к форштевню и точкой, где палуба становится горизонтальной. Эта точка определяется выбранной высотой борта и обычно лежит в районе миделя.

Борт судна на большей части длины вертикальный, а форма шпангоутов – круглоскулая (см. рис. 1). Наличие скега в кормовой оконечности упрощает размещение элементов вальной линии. В районе скега шпангоуты имеют слом.

Таким образом, выполненный анализ формы корпуса рыболовного траулера проекта Т30В, свидетельствует о том, что общий характер обводов судна дает основание использовать его в качестве прототипа при проектировании размерного ряда судов данного типа. Обводы проектируемого судна будут при этом геометрически подобны обводам судна-прототипа или отличаться от них соотношением главных размерений. Данную задачу удобно решать на базе построенной модели поверхности корпуса по уже имеющемуся теоретиче-

скому чертежу. Используя коэффициенты масштабирования по трем координатным осям ( $k_x=L/L_0$ ,  $k_y=B/B_0$ ,  $k_z=T/T_0$  – коэффициенты аффинных преобразований), можно будет получить поверхность корпуса рыболовного траулера необходимых размеров с возможностью ее редактирования и последующим формированием на ее базе теоретического чертежа.

### **Библиографический список**

1. [Электронный ресурс] <https://www.vympel-rybinsk.ru/>
2. **Раков, А.И.** Проектирование промысловых судов / А.И. Раков, Н.Б. Севастьянов. – Л.: Судостроение, 1981. – 376 с.

УДК 612

ГАЛЕСТИНОВ.Р.А.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СУДНА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Обеспечение безопасности человека на море было и остается важнейшей проблемой судоходства, судостроения и смежных областей техники. Несмотря на высокий уровень конструктивной безопасности морских судов, насыщение их надежными средствами судовождения в связи с другими мерами, морские катастрофы с человеческими жертвами продолжают иметь место. Кроме риска для жизни человека, с авариями и гибелью морских судов и сооружений связаны огромные экономические потери.

Вещества, загрязняющие море с судов (рис. 1), подразделяются на четыре группы: нефть; вредные вещества (кроме нефти); сточные воды; мусор. Нефть означает нефть в любом виде, включая сырую нефть, жидкое топливо, нефтяные осадки и остатки. Вредное вещество - любое вещество, которое при попадании в море способно создать опасность для здоровья людей, причинить вред живым ресурсам, морской флоре и фауне, нарушить природную привлекательность моря в качестве места отдыха и помешать другим видам его правомерного использования.

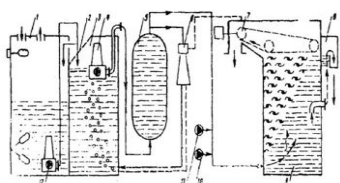
Проектирование морского сухогрузного теплохода дедвейтом 500т класса КМ $\star$  Ise3 [1] R1 AUT2 ведется с учётом экологической безопасности.

Для этого на судне предусмотрено следующее оборудование.

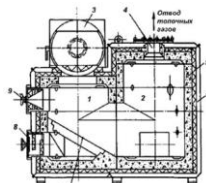
1. Установка по предотвращению загрязнения сточными водами (СВ) типа «НЕПТУМАТИК». Принципиальная схема установки показана на рис. 2.

2. Установка по предотвращению загрязнения мусора в виде инсинератора типа GS-500. Принципиальная схема установки показана на рис. 3.

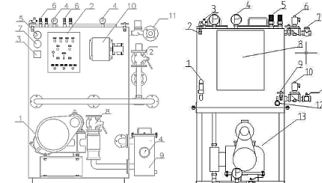
3. Установка по предотвращению загрязнения нефтесодержащими водами (НВ) в виде «Сепаратор льяльных вод CYFE 0.1-5». Внешний вид и расположение устройств показаны на рис. 4.



**Рис. 1. Установка «НЕПТУМАТИК»**



**Рис. 2. Инсинератор GS-500**



**Рис. 3. Сепаратор льяльных вод CYFE 0.1-5**

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖИТЕЛЬНО-РУЛЕВОГО КОМПЛЕКСА СУДНА СНАБЖЕНИЯ АРКТИЧЕСКОГО ПЛАВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

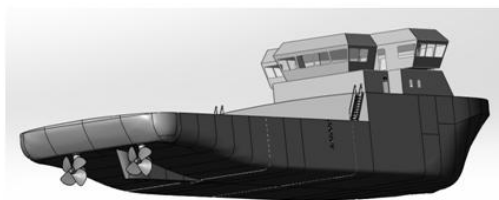
В настоящее время построено достаточно большое количество судов снабжения разной специализации, принадлежащих как компаниям, занимающимся морским бурением, так и специализированным компаниям по обслуживанию морских нефтегазодобывающих платформ. Суда предназначены, как правило, для перевозки бурового раствора, сыпучих грузов, генеральных грузов на главной палубе. Такие суда используются также в спасательно-эвакуационных мероприятиях, тушении пожаров на нефтедобывающих платформах.

Отличительной особенностью формы корпуса судов снабжения является сочетание удлиненной ложкообразной носовой оконечности с классическими прямобортными обводами в средней части корпуса и с подзором в кормовой части для размещения движительно-рулевого комплекса (ДРК).

В качестве системы движения на этих судах используются компактные электрические винторулевые колонки (ВРК), что дает следующие преимущества: отличные ходовые характеристики, низкий расход топлива, удобство в управлении судном. После определения основных элементов судна снабжения дедвейтом 1500 т класса РС КМ ★ Arc 5 R1 AUT1 была построена модель поверхности корпуса судна с использованием программного комплекса SolidWorks [1]. В результате выполненных расчетов ходкости [2] для проектируемого судна были подобраны ВРК марки А19.

Современная технология проектирования судов ориентирована на применение вычислительной техники. Разрабатываемые при проектировании судов 3-D модели существенно сокращают сроки выполнения проектных работ, а качество и результаты проектирования становятся существенно лучше. Заметно упрощается задача размещения на судне оборудования и коммуникаций, а создание проектно-конструкторской документации для постройки и эксплуатации судна обычно происходит в автоматическом режиме.

На рис. 1 показан вариант размещения на судне разработанных моделей ВРК.



**Рис. 1. Размещение ВРК на судне**

### *Библиографический список*

1. **Князьков, В.В.** SolidWorks. Проектирование судов: учеб. пособие / В.В. Князьков; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2018. – 228 с.
2. **Князьков, В.В.** Определение элементов гребных винтов транспортных судов на ЭВМ: метод. указания / В.В. Князьков: Горький; ГПИ им. А.А. Жданова, 1989. – 32 с.

**ВЫБОР ПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА КРАБОЛОВНЫХ СУДАХ**

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 рыболовного судна - 25 лет. Поэтому проектирование и создание промысловых судов является актуальной темой.

Краб – ценный биологический ресурс. В промышленных масштабах его улов квотируется, а все моря разбиты на различные промысловые зоны, географически четко ограниченные. Ученые постоянно отслеживают процент самок, рост молодняка и так далее. Если возникает угроза популяции, то вылов краба принудительно ограничивается.

Оснащение промысловых судов орудиями лова и соответствующими устройствами зависит от типа судна и метода лова. В настоящее время краболовные суда оснащены ловушками нескольких типов и модификаций. Традиционный и наиболее распространенный на российских краболовных судах японский тип ловушки представляет собой усеченный конус с верхним ловчим отверстием и открывающимся дном (рис. 1). При размещении конических и пирамидальных ловушек на палубе из них вынимают днища и вкладывают одну в другую, что позволяет уменьшить занимаемую ими площадь по сравнению с прямоугольными ловушками американского образца (рис. 2). Эффективное использование прямоугольных ловушек возможно только на судах, имеющих специальное снаряжение — вместительную палубу для размещения ловушек и гидравлические краны с телескопической стрелой [1].



**Рис. 1. Ловушка японского типа**



**Рис. 2. Ловушка американского типа**

Сравнительный анализ результатов промысла японскими и американскими ловушками показывает, что средняя уловистость американских ловушек в 10-14 раз больше, чем японских. К тому же американскими ловушками можно вести промысел в зимний период [2].

Спроектированное мною 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 промысловое оборудование, позволяющее осуществлять промысел краба ярусными порядками из ловушек американского типа на глубинах от 20 до 400 м. Применение ловушек данного типа приводит к увеличению количества улова и, соответственно, производительности судна.

***Библиографический список***

1. Слизкин, А., Сафронов, С. Промысловые крабы прикамчатских вод / А. Слизкин, С. Сафронов. – Петропавловск-Камчатский: Северная пацифика, -2000.-142 с.
2. Михайлов, В.И., Бандурин, К.В., Горничных, А.В., Карасев, А.Н. Промысловые безпозвоночные шельфа и континентального склона северной части Охотского моря./ В.И. Ми-

хайлов, К.В. Бандурин, А.В. Горничных, А.Н. Карасев.–Магадан: МагаданНИРО, 2003.-  
284 с.  
УДК 629.124

КОЛДАШОВА Д.А.

## **RSW-ТАНКИ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЖИВОГО КРАБА НА КРАБОЛОВНЫХ СУДАХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Потребность человека в белковых продуктах с течением времени всё в большей степени будет удовлетворяться за счет биологических ресурсов Мирового океана, что делает необходимым дальнейшее развитие промыслового судостроения, поиск и внедрение таких конструктивных решений, которые наилучшим образом отвечали бы требованиям эксплуатации и экономики флота.

Промысловые суда отличаются от транспортных прежде всего наличием специального оборудования, предназначенного для добычи, приема на борт, транспортировки по судну и переработки улова, а также хранения готовой продукции при заданных температурных режимах [1].

Спроектированное мною 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, является судном-процессором, т.е имеет оборудование для производства замороженной продукции в море непосредственно на борту судна, а также на судне предусмотрено оборудование для транспортировки краба в живом виде.

Живой краб транспортируется в специальных RSW-танках, которые позволяют перевозить краба без потери качества продукта. RSW-танки-это изолированные цистерны, в которые помещаются клетки с крабом. Чтобы краб оставался живым, вода в танках поддерживается постоянной температуры +2 градуса. Под каждую цистерну отведена своя система циркуляции и очистки только воды и аэрации, что тоже позволяет дольше сохранять свежесть улова.

Такие емкости стали идеальным решением для перевозки отсортированного живого краба. Их принцип заключается в заполнении охлажденной подготовленной забортной водой. Фактически выловленный краб остается в своей естественной среде обитания, а значит качество продукта остается неизменным.

Под подготовку воды для заполнения RSW-танков на краболове отведено отдельное помещение. Здесь специальное устройство позволяет "поднимать" воду с глубины до 200 м. Вниз через корпус протянут сплошной гибкий трубопровод с эжектором на конце, который дает возможность опустить на глубину эжектор и запитаться водой, соответствующей по температуре и химическому составу той, где обычно и обитает краб. Таким образом происходит первичная заправка цистерны. А потом, когда возможности принять воду с глубины уже нет, подготовленная вода проходит циркуляцию через систему фильтров и бактерицидную установку, что делает её максимально приближенной к натуральным условиям обитания крабов.

Для поддержания необходимой температуры воды в танках, на судне предусмотрено специальное помещение, в котором расположено холодильное оборудование. Работающие на фреоне холодильные машины непрерывно охлаждают воду и воздух, которые подаются к RSW-танкам. Также в этом помещении расположены воздушные компрессоры, которые насыщают воду в танках свежим воздухом. Для сохранения температуры в RSW-танках нанесен толстый слой термоизоляции. Для работы с крышками танков и клетями используется грузовой кран [2].



### *Библиографический список*

1. **Бронский, А.И.** Корпусные конструкции судов промыслового флота./ А.И. Бронский– Ленинград: Судостроение,- 1978.-101с.
2. **Раков, А.И.** Особенности проектирования промысловых судов/ А.И. Раков. — Л.: Судостроение, 1966. - 143 с.

УДК 629.124.791

КОННОВ Н.И.

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ХОДКОСТИ ПРИ ДВИЖЕНИИ СУДОВ В БИТЫХ ЛЬДАХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

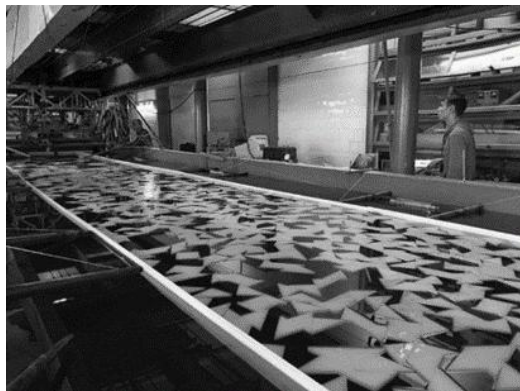
В большей степени развитию исследований ледовой ходкости судов способствует освоение арктического шельфа с огромными запасами природных ископаемых.

Ледоколы и особенно суда ледового плавания значительную часть времени эксплуатируются в битых льдах с различными характеристиками. Битый лед является серьезным препятствием на пути судоходства, а в ряде случаев предъявляет к прочности корпуса более высокие требования, чем сплошной лед. Несмотря на значительный прогресс аналитических методов расчета ледового сопротивления, экспериментальные исследования являются наиболее надежным способом выполнить прогнозирование ледового сопротивления при проектировании судов. Следует отметить, что проведение модельных испытаний требует больших усилий от создания модели судна до испытаний в оптовом бассейне.

Целью работы является выявление лучшего аналитического метода для расчета ледового сопротивления в битых льдах на начальных стадиях разработки судна.

Достижение поставленной цели исследования обусловило необходимость постановки и решения следующих задач: проанализировать ледовое сопротивление при движении судов в битом льду; провести обзор методов расчета сопротивления битого льда движению судна; произвести пересчет модельных испытаний ряда судов; сравнить результаты модельных испытаний и результаты расчетов различных аналитических методов.

Для оценки ледового сопротивления в данной работе были рассмотрены методы расчета сопротивления битого льда движению судна: Л.М. Ногида; А.В. Бронникова; А.Я. Рывлина; В. А. Зуева и др.



**Рис. 1. Оптовый бассейн с битым льдом**

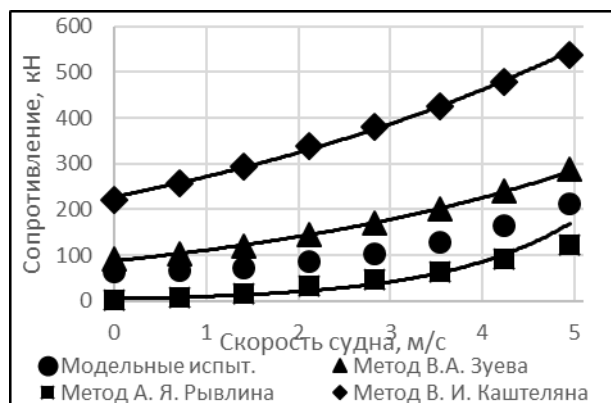


Рис. 2. Графики сравнения методов ( $h=0,5$  м;  $S=6$  баллов)

Сравнение расчета аналитических методов происходило с результатами модельных испытаниями: арктического судна-снабженца (пр.22450); сейсмографического судна проекта 23340; судно снабженец для работ с МЛБУ типа «SDC». В данных модельных испытаниях диапазон толщин льда был 0,5 – 1,8 м, сплоченность  $S=4-10$  баллов.

На начальных стадиях разработки судна для оперативной оценки ходкости судна в битых льдах можно избежать затрат на модельные испытания (изготовление модели, подготовка оптового бассейна и т.д.). В результате исследования был сделан вывод, что универсальным методом расчета является – метод А. Я. Рывлина.

1. Ионов, Б.П., Грамузов Е.М. Ледовая ходкость судов – СПб : Судостроение, 2013 . – 512 с.;

УДК 629

МАЛЫШЕВА Т.А.

## РЕШЕНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНТЕЙНЕРОВОЗА НА НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Проектирование судна разделяют на две задачи: внешнюю – целесообразность создания конкретного судна, т. е. обоснование дедвейта, скорости, серийности проектируемого судна и внутреннюю – выбор характеристик судна, удовлетворяющих требованиям технического задания и требованиям Правил РС. Эти задачи взаимосвязаны и актуальны.

Целью данной работы является обоснование выбора главных характеристик конкурентоспособного судна, способного приносить максимальную эффективность.

При оптимизации линейного контейнеровоза класса КМ Arc4 R1[1]AUT1 в качестве исходных данных были использованы решения внешней задачи, характеристики судна-прототипа. Расчет производился методом сопряженных градиентов и проверялся методом вариаций.

Основной расчет имеет математическую модель с использованием теории проектирования судов и включает в себя:

- ограничения по условиям эксплуатации, требованиям Правил РС,
- расчеты габаритных характеристик, проверку высоты надводного борта, метацентрической высоты (меры начальной остойчивости), нагрузки масс, расчет ходкости, второго приближения технико-экономических показателей судна.

Метод вариаций рассматривает вопрос о том, насколько удачно был произведен подбор соотношений главных размерений и коэффициентов полнот судна с использованием судна-прототипа. Вариации предусматривают изменение коэффициента общей полноты с шагом 0,05 ( $\delta = 0,675; 0,725; 0,775$ ) и отношения длины судна к ширине с шагом 0,5 ( $L/B = 7; 7,5; 8$ ). Таким образом, были получены расчеты для девяти вариантов, которые подтвердили адекватность компромиссного выбора габаритов.

Оптимальным решением задачи являются характеристики судна для  $D_w = 8575$  т,  $V_s = 15,8$  узл.;  $L = 135,5$  м,  $B = 18,30$  м,  $H = 11,15$  м,  $T = 7,32$  м,  $\delta = 0,715$ ,  $D = 13302$  т,  $N_e = 4400$  кВт. Критерий эффективности судна во втором приближении составляет  $\mathcal{E} = 2,190$  руб./руб.

Таким образом, была достигнута цель работы и получены данные для дальнейшего проектирования контейнеровоза для линии Мурманск – порты Западной Европы.

1. **Гайкович А.И.** Теория проектирования водоизмещающих судов и кораблей.- СПб., Из-во НИЦ МОРИНТЕХ, 2014. – 819с.

УДК 629

МАЛЫШЕВА Т.А.

## РЕШЕНИЕ ВНЕШНЕЙ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНТЕЙНЕРОВОЗА НА ЛИНИИ МУРМАНСК – ПОРТЫ ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Поиск рациональных проектных характеристик морского контейнеровоза основывается на получении экстремума критерия эффективности при условии окупаемости и является актуальным. Для достижения поставленной цели необходимо повысить провозоспособность судна и снизить эксплуатационные затраты.

Для оптимизации линейного контейнеровоза класса КМ Arc4 R1[1]AUT1 был произведен расчет технико-экономических показателей судна[2] при ограничениях технического задания  $D_w=2500..9000$ т,  $V_s=12..18$ узл. В качестве критерия при решении оптимизационной задачи внешнего проектирования судна в работе принят максимум экономической эффективности. Экономическая эффективность в работе определяется как отношение прибыли от годовой эксплуатации судов к приведенным затратам на флот(1):

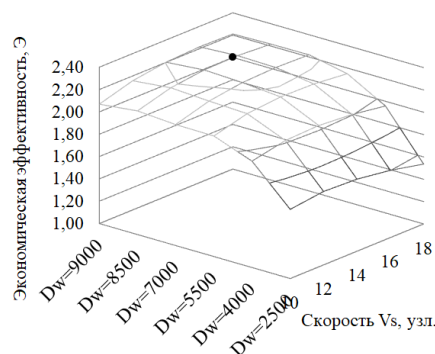
$$\mathcal{E} = \frac{\Pi}{P_{пр}} \rightarrow \max \quad (1)$$

где  $\Pi$ - прибыль от годовой эксплуатации судов,  $P_{пр}$  - приведенные затраты на флот. При значении  $\mathcal{E} > 1$  судно считается экономически эффективным и приносящим прибыль (рис.1).

В работе была произведена верификация с помощью критерия эффективности чистого операционного дохода  $NO_I$  от эксплуатации контейнеровоза [1]:

$$NO_I = I - E \rightarrow \max \quad (2)$$

где  $I$  – совокупные доходы;  $E$  – операционные расходы.



**Рис. 1. Экономическая эффективность**

На начальной стадии проектирования судна приняты экономически выгодные характеристики:  $Dw=8560$ т,  $V_s = 15,4$ узл.,  $n_c=4$ судна,  $\Pi=3,4$ млрд руб.,  $\mathcal{E}=2,239$ . Показатели чистого операционного дохода доказывают правильность выбора показателем  $NO_I=2123$  млн. руб., который приближен к максимуму  $NO_I=2315$  млн. руб. Выбор связан с влиянием основной доли эксплуатационных расходов на горюче-смазочные материалы, зависящих от скорости хода судна.

### *Библиографический список*

1. **Войлошников, М.В.** Морские ресурсы и техника: эффективность, стоимость, оптимальность. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2002. – 586 с.
2. **Зуева, Е.В.** Техничко-экономическое обоснование проектных решений при проектировании ледоколов, транспортных судов арктического плавания и судов на воздушной подушке: учеб. пособие / Е.В. Зуева; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2019. – 84 с.

УДК 681.17

МАМЕДОВ Э.Ш.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГРАВИТАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ НАТУРНОГО ЛЕДОВОГО ПОЛИГОНА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

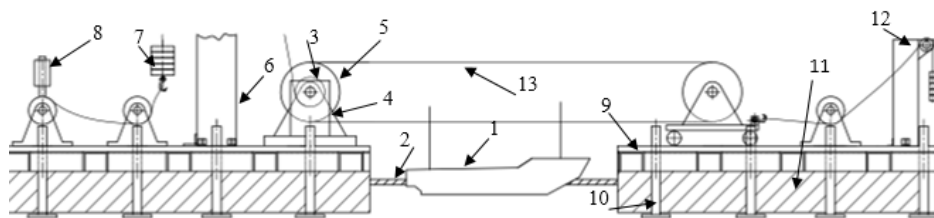
Всё более значимым становится повышение эффективности ледоколов и повышение их ледовой ходкости, основным инструментом исследования которой являются модельные эксперименты в ледовых опытовых бассейнах.

Для данных целей хорошо подходит ледовый полигон, созданный в условиях естественного льда на открытом водоёме, обладающий рядом значительных преимуществ, таких как экономичность, приближенность к реальным условиям, неограниченный размер и количества чаш бассейна. Важной частью полигона на ряду с лабораторией, является буксировочная система. В данных условиях выбор пал на гравитационную систему, потому как, установить рельсы буксировочной тележки на лёд не представляется возможным.

Гравитационная система для ледового полигона (рис. 1) должна обладать рядом свойств: транспортабельность; простота установки; крепкое крепление ко льду; высокая надёжность и удобство использование.

По расчётам длина чаши бассейна будет составлять 24 метра. Для таких габаритов отношение диаметра большого шкива к меньшему будет равно 6. При таком отношении груз при большом сопротивлении модели может стать неподходящим для поднятия вручную на высоту мачты гравитационной системы. Потому на вале гравитационной системы будет ус-

тановлен шаговый двигатель, управляемый микроконтроллером и оснащённый разъёмной муфтой. Мачта будет сделана съёмной и составной, крепится она к фундаменту посредством шарнирного крепления, для последующего её подъёма при монтаже. Фундамент будет установлен на лёд и закреплён с помощью «ледовых якорей». В качестве датчика скорости будет установлен инкрементальный энкодер на вал. Данный датчик позволяет избавиться от тяжёлого диска необходимого для оптического датчика. Также для возможного уменьшения длины чаши бассейна будет установлен разгонный блок.



**Рис. 1. Гравитационная система:**

**1 - модель; 2 - модельный лёд; 3 - малый шкив с датчиком и шаговым двигателем; 4 - блок управления; 5 - большой шкив; 6 - мачта; 7 - буксировочный груз; 8 - разгонный блок; 9 - пластина с набором; 10 - ледовый якорь; 11 - лёд; 12 - система натяжения троса; 13 - «бесконечный» трос**

Данная система должна позволить проводить опыты безопасно, а также без дополнительной отладки её компонентов во время опытов.

1. **Золотов, Н.В., Калинина Н.В.** Модернизация измерительного комплекса ледового опытового бассейна НГТУ // Транспортные системы. - 2019. - №2

УДК 629

МАРЬИН Д.А.

## **РЕШЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ ВНЕШНЕГО И ВНУТРЕННЕГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОРСКОГО СУХОГРУЗНОГО ТЕПЛОХОДА НА ЛИНИИ АРХАНГЕЛЬСК – ПОРТЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные экономические условия характеризуются все более жесткой конкуренцией на международном рынке судостроения, что ставит перед проектантами и судовладельцами новые проблемы, к числу которых можно отнести создание экономически выгодных судов, позволяющих получать наибольшую прибыль, поэтому проектирование новых судов, которые будут удовлетворять всем современным требованиям, является актуальным.

Целью работы является поиск решения оптимизационных задач внешнего и внутреннего проектирования морского сухогрузного теплохода на линии Архангельск порты северо-западной Европы. Для поставленной цели были решены две задачи внешнего и внутреннего проектирования.

Для этого были проанализированы современное состояние грузовых потоков; проекты судов на эксплуатируемом маршруте; проанализированы виды грузов; а также климатические условия. В ходе подробного и проанализированного объема информации выбирается маршрут эксплуатации проектируемого судна. Выбирается груз, под который будет проектироваться судна. И выполняться ограничения, которые накладываются в ходе анализа грузовых потоков, маршрута, технико-мощностные характеристик морских портов.

Задачу внешнего проектирования — это получение решений, в ходе которых определяются Дедвейт (DW), скорость ( $v$ ), и количество судов ( $n$ ).

Задачу внутреннего проектировать – это получение решений, в ходе которого получают главные размерения головного судна из серии судов.

Задачу внешнего проектирования была решена двумя методами метод Шайдуллина М.Г. Выбор критерия оптимизации, а именно по третьей формы критерия эффективности. Относящийся критериям такой формы к числу составных. Такой критерий применялся и продолжают применяться при решении большинства практических задач. В частности, широко используемый в гражданском судостроении показатель удельных приведенных затрат - представляет собой дробь, в числителе которой находятся приведённые затраты по судну ( $\Pi$ ), а в знаменателе – его годовая производительность (провозоспособность, инвалютная выручка и т.п.). ( $R_{пр}$ ).

Методом Войлошникова М.В критерием является условие оптимальности  $f$  и уравнение эффективности транспортного судна.

Вывод: Рассмотрев ряд основных особенностей задач оптимизации получаем конкретные значения - дедвейт ( $\tau$ ); скорость ( $uz$ ); количество флота (шт) при приведенных затратах (млн. р.) и прибыли (млн. р.).

Решая оптимизационную задачу внутреннего проектирования получили, оптимальные значения главных размерений:  $L$  (м) ,  $B$  (м),  $T$ (м),  $H$ (м), при которых прибыль от эксплуатации судна максимальна  $PP$  (млн) , эффективность максимальная  $\text{Этах}$ .

1. **Войлошников, М.В.** Морские ресурсы и техника: эффективность, стоимость, оптимальность.- Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2002. - 586 с.

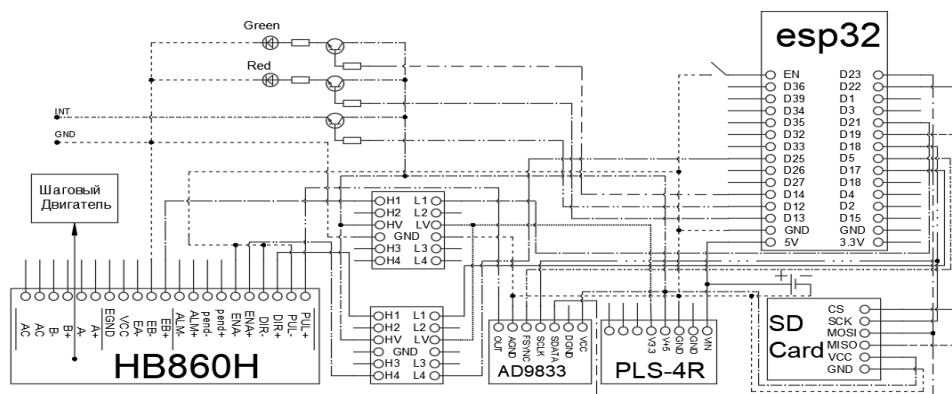
УДК 629.124

ПАНАКУШИН.М., ПАНЧЕНКО.М., РУМЯНЦЕВ.Н.

## УПРАВЛЕНИЕ БУКСИРОВОЧНОЙ ТЕЛЕЖКОЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕДОВОЙ ХОДКОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В наши дни, несомненно, актуальным направлением в науке и технике принято считать исследование Арктического региона. Ледокольная платформа на воздушной подушке (ЛПВП) обладает эффективным методом разрушения ледяного покрова. Она разрушает ледовое поле напором воздуха, выпускаемым через подушку. Этот метод хорош тем, что образует чистый канал в акватории, что способствует безопасной эксплуатации судов с низким ледовым классом.



**Рис. 1. Принципиальная схема подключения ESP32 к драйверу шагового двигателя**

Основным методом изучения ледовой ходкости являются модельные испытания и потому в НГТУ, в качестве новой установки для создания принципиальной модели ЛПВП, была построена буксировочная тележка. Тележка приводится в движение шаговыми двигателями, которые в свою очередь создают вращающий момент от команд, поступающих с микроконтроллера ESP32 управляемым со смартфона (рис. 1). ESP32 представляет собой микроконтроллер с модулем Wi-Fi, управляется программой на языке C++. ESP32 управляет драйвером шагового двигателя, посылая ему сигнал с определённой частотой, которая конвертируется в обороты вала двигателя и отправляет HTML страницу на смартфон через локальную сеть из карты памяти, для управления со смартфона. При движении тележки регистрируется скорость вращения двигателей и включается, в начале движения, система записи скорости тележки.

Эта тележка является важной частью улучшения материально - технической базы по испытаниям ледовой ходкости в НГТУ, и позволяет регистрировать более 5 параметров, а также эффективно управлять скоростью перемещения буксируемой модели. Полученный опыт показал, что использование микроконтроллеров открывает широкие возможности по применению, в ледовых исследованиях.

### *Библиографический список*

1. **Зуев, В.А.** К вопросу о физическом моделировании деформации и разрушения ледяного покрова нагрузкой, движущейся с малой скоростью / В. А. Зуев, Е. М. Грамузов, А. А. Куркин, Ю.А. Двойченко, А. С. Себин.
2. ESP32 Wi-Fi и Bluetooth MCU | Системы Espressif : [сайт]. – 2021. – URL: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32> (дата обращения: 26.09.2021).

УДК 629.124

ПАНЧЕНКО М. А., ПАНАКУШИН М.А., РУМЯНЦЕВ Н.Е.

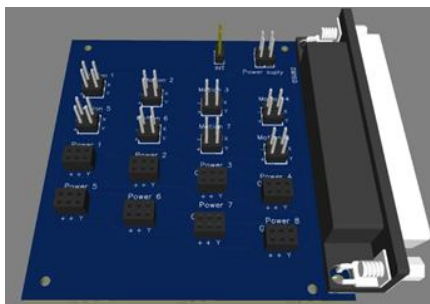
## **ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОЙ РАБОТЫ ДАТЧИКОВ СИЛЫ И ДАТЧИКОВ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Круглогодичная эксплуатация судов по северному морскому пути является актуальным вопросом. Соответственно и актуальны задачи экспериментального исследования по взаимодействию судов и других объектов морской техники со льдом. Одним из доступных способов решения такой задачи является модельный эксперимент, значимую роль в котором занимает точность получения результатов.

В связи со значительным расширением фундаментальных и научно-экспериментальных исследовательских работ в НГТУ на базе кафедры «Кораблестроение и авиационная техника» проводятся исследования по изучению свойств ледяного покрова с добавлением полиэтилена высокого давления. Для проведения данных исследований на базе кафедры была разработана инструментально-измерительная база, которая постоянно дополняется новым оборудованием, для получения более качественных результатов. При подготовке к модельным исследованиям ледокольной платформы на воздушной подушке (ЛПВП) возникла необходимость создания нового коммуникационного блока с возможностью подключения до 8-ми тензометрических датчиков силы различного номинала и до 8-ми потенциометрических датчиков линейных перемещений марки FWAXXT/R с различной длиной штока. Для обеспечения качественного, одновременного подключения к единой системе большого количества датчиков была спроектирована печатная плата, устанавливаемая в коммуникационный блок. Печатная плата более компактна, риск плохой спайки сводится к минимуму, что зна-

чительно уменьшает помехи и трудоемкость изготовления блока в целом. Плату было решено спроектировать в САПР EasyEDA. Спроектированную плату (рис. 1) можно заказать в данной программе.



**Рис. 1. 3D модель печатной платы**

Данный коммуникационный блок является важной частью улучшения материально технической базы по испытаниям ледовой ходкости в НГТУ, что позволяет одновременно подключать по дифференциальной схеме 16 измерительных датчиков к АЦП/ЦАП «L-Card» 14-140М с использованием автономного двухмерного полярного источника питания.

Полученный опыт показывает, что построение печатных плат в САПР EasyEDA дает возможность с большей точностью проводить эксперименты по изучению взаимодействия объекты морской техники с ледяным покровом.

#### ***Библиографический список***

1. **Зуев, В.А.** Техника и технология исследований модельного льда в малом ледовом бассейне НГТУ им. Р.Е. Алексеева / В.А. Зуев, Ю.А. Двойченко, А.С. Себин // Транспортные системы 2019. №3(13). С. 39-47.
2. Учебное пособие проектирования печатных плат | Онлайн инструмент для проектирования печатных плат EasyEDA: [сайт]. – 2021. – URL: <https://docs.easyeda.com/en/FAQ/Editor/index.html> (дата обращения: 12.11.2021).

УДК 629.124

РУМЯНЦЕВ Н., ПАНАКУШИН. М., ПАНЧЕНКО М.

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ ВКЛЮЧЕНИЯ И ВЫКЛЮЧЕНИЯ МОРОЗИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Исходя из статистических данных, на протяжении нескольких десятков лет Россия и другие страны повышали товарооборот через Северный морской путь. Экономическая целесообразность побуждала Россию создавать новые грузовые суда и суда специального назначения.

Испытания в натурном масштабе были бы чрезвычайно дорогими, поэтому для решения этой задачи используются лаборатории на подобии нашей (Арктических и внутренних водных путей России). В ней исследуются ледовые качества судов, физика и механика льда для прогнозирования ледовой ходкости.

Для этих целей используются испытательные бассейны и морозильная камера. В летнее время в испытательных бассейнах изучение свойств льда невозможно, с этой целью используется морозильная камера.



Так как для каждого судна (в соответствии с его классом) нужен ледяной покров с разными геометрическими и механическими характеристиками, то для этого было разработано автоматизированное включение и выключения камеры с дистанционным управлением.

Данное улучшение повысило точность воссоздаваемых условий и снизило как зависимость морозильной камеры от человека (ручное включение и выключение), так и возможность создания погрешностей или ошибок из-за человеческого фактора.

Устройство состоит из микроконтроллера на базе Arduino, электропитания, сервопривода. В микроконтроллер был загружен код по управлению сервоприводом, с помощью которого и осуществлялись манипуляции с морозильной установкой

Данное направление является актуальным для лаборатории и его можно развивать дальше – совершенствовать управляющий код и схему устройства. Конечный продукт может представлять собой практически абсолютно автономный цикл, который с помощью статистических данных и исходных параметров мог бы сам подбирать необходимое время для проморозки льда и получать нужную толщину. Студенту оставалось бы лишь контролировать исправность установки и иногда менять исходные данные в коде (в зависимости от того, что требует опыт).

### ***Библиографический список***

1. Плата Arduino NANO - описание, настройки подключения и схемы распиновки // Arduino NANO URL: <http://arduino-nano.ru/#desc> (дата обращения: 18.02.2022).
2. Servo Motor Basics with Arduino // Arduino URL: <https://docs.arduino.cc/learn/electronics/servo-motors> (дата обращения: 18.02.2022).
3. **Зуев, В.А.** Техника и технология исследований модельного льда в малом ледовом бассейне НГТУ им. Р.Е. Алексеева / В.А. Зуев, Ю.А. Двойченко, А.С. Себин // Транспортные системы. 2019. №3(13). С. 39-47.

УДК 629.124

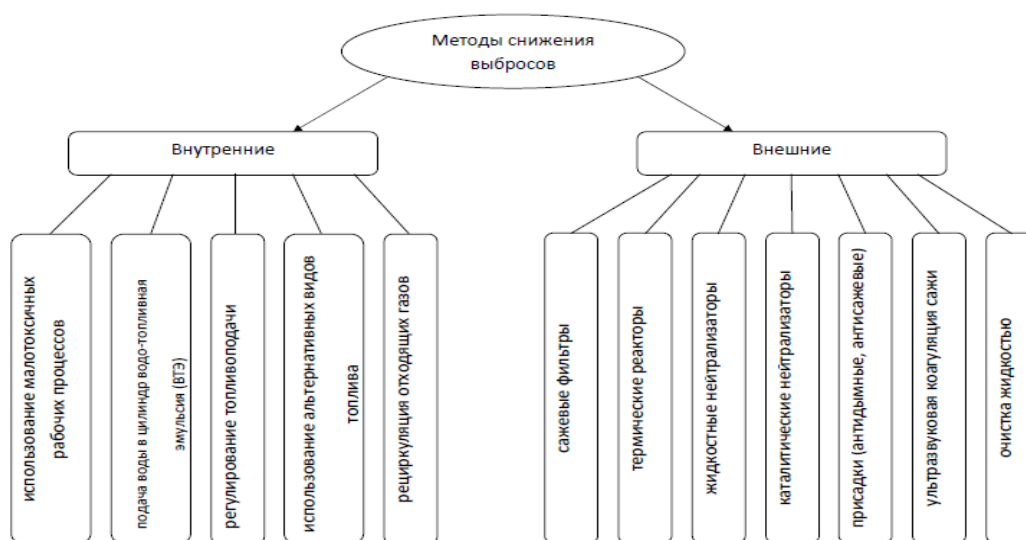
РЯХОВСКАЯ Е.С

## **СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ВЫБРОСОВ СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Морской транспорт один из важнейших компонентов общественного и экономического развития, но его роль в загрязнении воздушного бассейна очень существенна. Основным источником загрязнения атмосферы являются отработавшие газы дизелей. Поэтому в условиях быстрого роста мирового флота, оснащения судов высокофорсированными дизелями повышенной оборотности, а также увеличения потребления тяжелых низкокачественных топлив становится особо актуальной проблема снижения загрязнения окружающей среды дизелями эксплуатирующихся судов.

Мной были рассмотрены существующие методы снижения концентрации вредных веществ в отработавших газах (рис. 1) [1].



**Рис. 1. – Основные методы снижения вредных выбросов**

В результате анализа были выделены следующие наиболее эффективные методы: переход на использование сжиженного природного газа в качестве топлива, использование низкосернистого топлива или использование скрубберов. Каждый способ имеет как ряд преимуществ, так и ряд недостатков. Так, например, установка скрубберов несет за собой очень большие расходы на установку, которая может достигать 5 млн долл. США. Также скруббер затрачивает энергию, а значит увеличивает расход топлива. Низкосернистое топливо имеет один существенный недостаток – это цена. Использование газа несет за собой необходимость в специализированной инфраструктуре, ограниченность рейсовых маршрутов, ограничение места на борту из-за большего объема двигательных установок. Поэтому можно сделать вывод, что нет идеального пути решения проблемы вредных выбросов от судовых двигателей, но наиболее эффективными и целесообразными из них являются использование сжиженного природного газа в качестве топлива или низкосернистых сортов топлива.

1. **Арефьев, Н.Н.** Комплексная нейтрализация отработавших газов судовых дизельных двигателей: дис... канд. тех. наук: 05.08.05. - НН., 2019. -104 с.

УДК 629.124

РЯХОВСКАЯ Е.С

## **ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ФОРМЫ ДОНЬЕВ ЕМКОСТЕЙ ТИПА С, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА НА СУДАХ БУНКЕРОВЩИКАХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Отказ от традиционного тяжелого нефтяного топлива, в качестве судового топлива в европейских водах, уже в ближайшее время неотвратим. Это связано с вступившими в силу требованиями Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ), жестко ограничивающими количество вредных выбросов судовых энергетических установок. Вследствие этого наблюдается увеличение количества судов, использующих природный газ в качестве топлива, и, соответственно, увеличение количества бункеровщиков сжиженного природного газа (СПГ).

На СПГ-бункеровщиках в качестве емкостей для хранения СПГ используют емкости типа С, образованные телами вращения (цилиндр, билоб). Данные емкости могут иметь различное исполнение доньев. Доньями называются оболочки, замыкающие оконечности емкости. От формы доньев зависят геометрические и массовые характеристики емкостей, поэтому необходимо найти оптимальную форму емкости.

В данной работе был произведен расчёт массогабаритных характеристик для цилиндрической емкости, вместимостью 1000 м<sup>3</sup>, расчетным давлением 4,5 бара и диаметром 8 м. Расчет производился для следующих форм доньев: торосферическое (ТС), плоско-выпуклое (ПВ), псевдоэллиптическое (ПЭ), эллиптическое (ЭЛ), полусферическое (ПС) [1]. Типы доньев показаны на рис. 1, результаты расчета представлены в табл. 1.

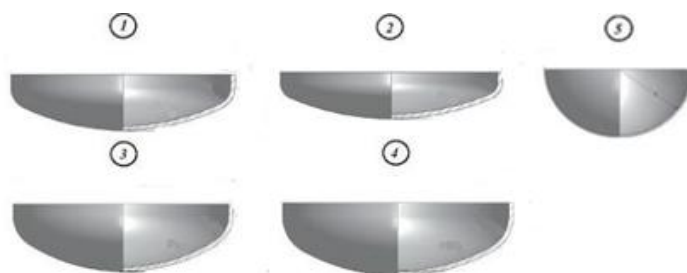


Рис. 1. Формы доньев емкостей типа С: 1 – торосферическое; 2 – плоско-выпуклое; 3 – псевдоэллиптическое; 4 – эллиптическое; 5 – полусферическое

Таблица 1.

Массогабаритные характеристики емкостей с различными типами доньев

Характеристики емкостей	Тип доньев				
	ТС	ПВ	ПЭ	ЭЛ	ПС
Длина резервуара, м	23,0	22,6	23,6	23,4	23,1
Масса резервуара, т	67,2	69,3	67,9	67,7	61,6

Анализ данных, приведенных в табл. 1, показал, что наименьшей длиной при заданных условиях обладают емкости с плоско-выпуклыми доньями. Плоско-выпуклые донья имеют удельную массу, превосходящую массу доньев с другими формами.

1. ГОСТ 34233.2-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек. – М., 2017.

УДК 629.114

СЕМИОНОВА В.А.

### ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ КОРМОВОЙ ОКОНЕЧНОСТИ АРКТИЧЕСКОГО ТАНКЕРА ДЕДВЕЙТОМ 40000 Т

Стремление судовладельцев получить максимальную прибыль от эксплуатации ледокольно-транспортных судов, привело к созданию новых типов судов, способных обеспечить надежное, экономически эффективное и безопасное судоходство в Арктике.

Экономически выгодными считаются крупнотоннажные суда, способные в трудных ледовых условиях двигаться кормой вперед и справляться без сопровождения ледоколов.

В работе спроектировано ледокольное судно двойного действия, которое разрушает лед как носом, так и кормой.

Основные характеристик судна: класса КМ ⚡ ARC 6 [1] AUT 1 oil tanker

$DW$  40000 т ;  $L=199,6$  м;  $B=28,8$  м;  $T=11,8$  м;  $H=17,6$  м;  $D=54349$  т;  $N=16994$  кВт;  
 $\delta=0.78$ ;  $\beta=0.995$ ;  $\alpha=0.880$ .

В корме 2 винто-рулевых комплекса; азиподы мощностью 2x8000 кВт.

Для кормовой оконечности судна двойного действия характерны наличие и большая протяженность кормового подзора, который имеет наклонную плоскую форму днища: углы наклона кормового подзора находятся в диапазоне 16-20° (рис. 1, 2).

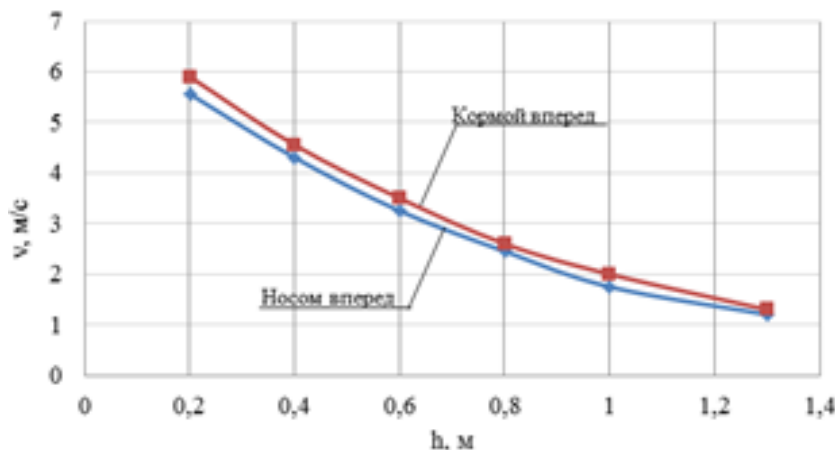


**Рис 1. Кормовая оконечность одного из арктических челночных танкеров двойного действия**



**Рис. 2. Форма кормовой части корпуса арктического судна двойного действия**

Для спроектированного судна произведена оценка ледовой ходкости. Построены кривые сопротивления в сплошном и битых льдах, на основании которых получены кривые ледопроеходимости при движении носом и кормой вперед. Предельная ледопроежимость в сплошном льду составила 1.3 м.



**Рис. 3. Кривые ледопроежимости носом и кормой**

В результате выполненного расчета ходкости, можем сделать вывод, что спроектированное судно, при движении кормой вперед будет преодолевать ледяной покров лучше, чем при движении носом. Но при движении в обычных ледяных условиях, когда толщина ледяного покрова меньше, судно будет двигаться носом.

1. Ионов, Б.П., Грамузов Е.М. Ледовая ходкость судов. Научное издание. — СПб.: Судостроение, 2001. — 512 с.

## ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРЕДЕЛОВ ВЗРЫВАЕМОСТИ ПАРА ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ТАНКЕРАХ

Нижегородский государственный технический университет Р.Е. Алексеева

Перевозка нефтепродуктов танкером достаточно опасна, так как грузы могут быть взрывоопасны при определенных температурах окружающей среды, поэтому данная тема является актуальной.

Основной целью данной работы является обоснование применения температурных пределов взрываемости при перевозке нефтепродуктов на танкерах.

Применение температурных режимов взрываемости позволяет определить опасность взрыва смеси нефтепродукта с воздухом [1]. Проверим и обоснуем данный тезис на спроектированном танкере дедвейтом 4500 тонн класса КМ  $\star$  Arc4 [1] AUT1-ICS с эксплуатацией в районах: северных и районах Дальнего Востока России с ледовыми усилениями для класса Arc4 PC. Для перевозки судна сортов нефтепродуктов с плотностью  $\rho$  от 0,7 до 1,15 т/м<sup>3</sup>.

В табл. 1 приведены температурные пределы взрываемости насыщенных паров в воздухе и меры предосторожности, которые необходимо предпринять для избежание взрыва паров в зависимости от сорта груза. Наиболее опасная южная точка во время навигации танкера— это Японское море в июле месяце с температурой воздуха 29 °С и температурой забортной воды 27 °С.

*Таблица 1.*

**Температурные пределы взрываемости насыщенных паров разных сортов груза**

Сорт груза/ Название столбца		Бензин ( $\rho=0,7$ т/м <sup>3</sup> )	Нефть ( $\rho=0,86$ т/м <sup>3</sup> )	Мазут ( $\rho=0,93$ т/м <sup>3</sup> )	Тяжелое топливо ( $\rho=0,99$ т/м <sup>3</sup> )	Нефтепро- дукты ( $\rho=1,15$ т/м <sup>3</sup> )
Температур- ные пределы взрываемости насыщенных паров в воз- духе, t °С	Ниж- ний	-17	-38	106	138	140
	Верх- ний	-10	устанавливается режим летучих нефтепродуктов	133	145	160
Примечания/меры пре- досторожности		Насыщенные пары груза в под палубном пространстве танкера образуют с воздухом взрывоопасную смесь/ необходимо в приведенных температурных условиях на танкере соблюдать противопожарный режим, как для судна, перевозящего летучие нефтепродукты		Взрывобезопасен при заданных условиях плавания		

Таким образом, при перевозке нефтепродуктов на танкерах использование данных по температурным пределам взрываемости позволяют достаточно быстро и точно определить взрываемость смеси паров нефтепродуктов с воздухом в закрытых танках и принимать соответствующие меры предосторожности.

**Таблица 2.**

**Данные расчета запаса грузовых танков на тепловое расширение [1,2]**

Наименование сорта груза	Сезон навигации	Бензин	Нефть	Мазут	Тяжелое топливо	Нефтепродукты
Температура груза при наливе в порту, t° C	Л-О	-23	-42	20	20	20
	З-В					
Плотность груза при наливе груза в порту, ρ кг/м <sup>3</sup>	Л-О	700	860	930	990	1150
	З-В					
Наибольшая возможная температура поверхности воды на заданном маршруте, t° C	Л-О	27	27	27	27	27
	З-В	15	15	15	15	15
Плотность груза при наибольшей температуре воды, ρ кг/м <sup>3</sup>	Л-О	654,9	810	925,7	986,3	1146,5
	З-В	665,7	819,3	932,9	992,6	1152,5
Необходимый запас объема грузовых танков на тепловое расширение, %	Л-О	6,28	5,59	0,44	0,35	0,28
	З-В	4,78	4,55	-0,30	-0,25	-0,20

Таким образом, максимальный объем на расширение груза составляет примерно 5% от танка; при хождении танкера в холодное время навигации он становится меньше, чем при погрузке в порту; при повышении температуры груза при наливе и плотности, объем на расширение уменьшается. Исходя из этого на объем расширения груза влияет сезон навигации и сорт перевозимого груза.

1. Общие и специальные правила перевозки наливных грузов 7-М.-М.: В/О «Мортехинформреклама», 1985. -456 с.

УДК 629.124


СЮТКИНА А.В.

## **ПРОБЛЕМЫ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ЖИДКИХ ГРУЗОВ НА ТАНКЕРАХ**

Нижегородский государственный технический университет Р.Е Алексеева

Танкеры относятся к числу наиболее распространенных типов судов морского транспортного флота. При проектировании нефтеналивных судов выявляются проблемы. Одна из них, определение необходимого запаса объема танка на расширение груза. Эта проблема является актуальной, так как влияет на безопасность перевозки груза.

Основной целью данной работы является: расчет запаса объема танков на расширение груза и выяснить, какие факторы влияют на него.

Исследования проводим для танкера дедвейтом 4500 тонн класса КМ  Arc4 [1] AUT1-ICS, эксплуатирующегося в северных районах и районах Дальнего Востока России в

условиях продленной навигации. Назначение судна: прием, перевозка и одновременная выдача до четырех сортов нефтепродуктов без ограничения по температуре вспышки с плотностью от 0,7 до 1,15 т/м<sup>3</sup>.

В табл. 1 приведены данные расчета необходимого запаса грузовых танков на тепловое расширение в процентах [1], в зависимости от сорта груза в летнее-осеннюю (Л-О) навигацию и зимне-весеннюю (З-В) навигацию при погрузке в порту Владивосток и выгрузке в порту Анадырь. Для расчетов были взяты максимально возможные температуры для самого южного района и в самый теплый месяц сезона навигации на заданном маршруте.

**Таблица 1.**  
**Данные расчета запаса грузовых танков на тепловое расширение [1]**

Наименование сорта груза	Сезон навигации	Бензин	Нефть	Мазут	Тяжелое топливо	Нефтепродукты
Температура груза при наливке в порту, t° С	Л-О	-23	-42	20	20	20
	З-В					
Плотность груза при наливке груза в порту, ρ кг/м <sup>3</sup>	Л-О	700	860	930	990	1150
	З-В					
Наибольшая возможная температура поверхности воды на заданном маршруте, t° С	Л-О	27	27	27	27	27
	З-В	15	15	15	15	15
Плотность груза при наибольшей температуре воды, ρ кг/м <sup>3</sup>	Л-О	654,9	810	925,7	986,3	1146,5
	З-В	665,7	819,3	932,9	992,6	1152,5
Необходимый запас объема грузовых танков на тепловое расширение, %	Л-О	6,28	5,59	0,44	0,35	0,28
	З-В	4,78	4,55	0	0	0

Максимальный запас на расширение груза составляет примерно 7% от объема танка. При эксплуатации танкера в холодное время запас становится меньше, чем на момент погрузки в порту. При повышении температуры и плотности груза в момент загрузки, объем на расширение уменьшается. Таким образом, на объем расширения груза влияет сезонность навигации и сорт перевозимого груза.

1. Общие и специальные правила перевозки наливных грузов 7-М.-М.: В/О Мортехинформреклама, 1985. - 456 с.

УДК 534.2

ТИТКО Д.Ю., МИРОНОВ А.А., МОИСЕЕВА Т.В.

## ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА SEA ДЛЯ РАСЧЕТА ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУКЦИЙ В ОБЛАСТИ СРЕДНИХ И ВЫСОКИХ ЧАСТОТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

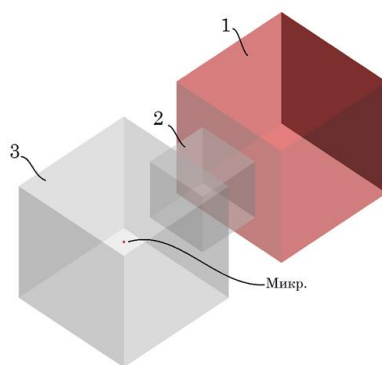
В процессе эксплуатации суда испытывают вибрации, источником которых являются периодические усилия, прикладываемые к корпусу работающими на нем механизмами и

гребными винтами, или же в результате ударов волн, вихрей, срывающихся с выступающих частей корпуса,двигающихся относительно воды или воздуха.

Расчет виброакустических параметров является важным, как с точки зрения обеспечения безопасности и здоровья экипажа, пассажиров, так и для обеспечения комфортных условий нахождения на судне.

Однако же виброакустический анализ на средних и высоких частотах КЭ методами имеет ряд сложностей. Уплотнение сетки, необходимое для работы с короткими длинами волн, приводит к колоссальному увеличению затрачиваемых вычислительных ресурсов. Но даже в том случае, когда такие ресурсы имеются, высокая модальная плотность и большое модальное перекрытие как структурных, так и акустических компонентов вносят изменчивость и неопределенность в результаты локального отклика.

В данной работе рассмотрена возможность применения метода SEA, для оценки процесса передачи вибрации, определения виброакустических параметров – амплитуды колебаний, уровней звукового давления. Принципиальная модель представляет собой два воздушных объема, соединённых третьим, меньшего размера. К стенке одного из объемов примыкает стальная пластина, являющаяся источником вибрации.



**Рис. 1. Принципиальная схема модели**

В результате оценивались виброускорения пластины и уровни звукового давления в акустических объемах. Для сопоставления полученных результатов данная задача была решена КЭ методом. В итоге получено качественное сходство и количественная корреляция виброакустических параметров, при значительной экономии вычислительных ресурсов.

УДК 629.124.791

ХАЗОВ К.Ю.

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХОДКОСТИ ЛЕДОКОЛА В МОДЕЛЬНОМ КОМПОЗИТНОМ ЛЬДУ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Повышение эффективности работы ледоколов и судов ледового плавания за последние десятилетия стало более значимым. Основной инструмент исследования – это модельные эксперименты в ледовых опытовых бассейнах.

Современные представления о сопротивлении судна, находящегося во льдах, основаны на принципе разделения полного сопротивления на составляющие, не зависящие друг от друга:

$$R = R_p + R_{обл} + R_v,$$



где  $R_p$  – сопротивление от разрушения ледяного покрова;  $R_{обл}$  – сопротивление, вызванное взаимодействием корпуса судна с обломками, образовавшимися после разрушения ледяного покрова;  $R_v$  – сопротивление воды движению судна [1].

Определение этих составляющих требует проведения отдельного эксперимента. На сегодняшний день нет единой принятой модели ледяного покрова. На кафедре «Кораблестроение и авиационная техника» Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева была предложена композитная модель ледяного покрова [2].

Проведены экспериментальные исследования моделей ледокола пр. 21900 (рис. 1), выполненных в масштабе 1:75 и 1:100 в ледовом опытовом бассейне НГТУ с естественным охлаждением. Толщина модельного льда выбиралась из результатов натурного эксперимента с целью дальнейшего сравнения. Результаты экспериментальных исследований приведены на рис. 2, 3.



Рис. 1. Фрагмент эксперимента

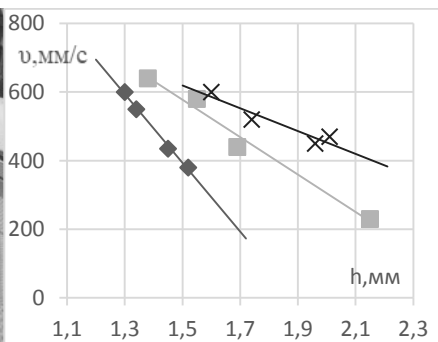


Рис. 2. Кривые ледопроеходимости модели масштабом 1:75

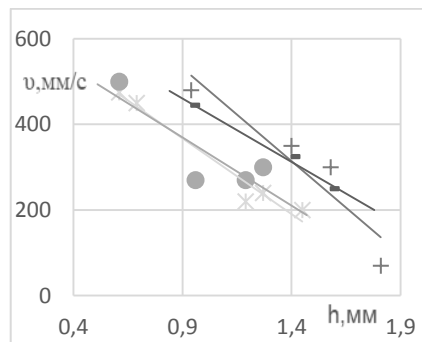


Рис. 3. Кривые ледопроеходимости модели масштабом 1:100

Полученные экспериментальные данные требуют пересчета на натурное судно, чтобы судить о целесообразности использования композитной модели ледяного покрова.

### Библиографический список

1. **Ионов, Б. П.** Ледовая ходкость судов / Б. П. Ионов, Е. М. Грамузов. – СПб.: Судостроение, 2001. – 512 с.
2. **Двойченко Ю. А., Зуев В. А., Себин А. С.** К вопросу о моделировании ледяного покрова с использованием композитной модели льда //Труды Крыловского государственного научного центра. – 2019. – №. Спецвыпуск 2. – С. 59-62.

УДК 629.124.

ХАРЮКОВА М.И., ЖИРЯКОВ А.С.

## АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СУДОВ СНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ БУРОВЫХ УСТАНОВОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Континентальный шельф Российской Федерации является самым крупным в мире по площади. На шельфе России содержится четверть мировых запасов нефти и половина — газа. Развитие операций по освоению шельфа морей и океанов, омывающих побережье России, приводит к значительному увеличению количества морских нефтегазодобывающих плат-

форм в шельфовой зоне РФ. В настоящее время построено достаточно большое количество судов снабжения разной специализации. Они обычно имеют следующее назначение: снабжение платформ расходными материалами, специальными технологическими жидкостями и растворами, оборудованием, а также продовольствием; укладка и подъем тяжелых станковых якорей, удерживающих полупогружные морские нефтегазодобывающие платформы в месте бурения; буксировка платформ из порта в район работы и перевод с одного места бурения на другое; перевозка технологического персонала платформ между самими платформами и береговой базой.

Характерными особенностями формы корпуса и архитектуры судов снабжения являются: большое отношение ширины к осадке (2,7—3,7); малое отношение длины к ширине (2,4—4,8); наличие просторной верхней палубы, рассчитанной на размещение значительного количества палубного груза; носовое расположение надстройки, в том числе, взлетно-посадочной площадки для вертолета. С накоплением опыта эксплуатации судов снабжения появилась тенденция к строительству универсальных (многофункциональных) судов, которые помимо функций перевозки персонала, снабжения и буксировки, выполняют операции по спасению и тушению пожаров [1].

При работе над проектом «Судно снабжения для морских нефтегазодобывающих платформ дедвейтом 4000 т» класса РС КМ Ⓢ Arc4 [1] R2 AUT1 после определения водоизмещения и главных размерений была построена модель поверхности корпуса, на базе которой разработано общее расположение судна. В качестве прототипа принято судно снабжения проекта 22420.

Проектируемое судно является однопалубным со стальным корпусом, с удлиненным баком, со сдвинутой к носу жилой надстройкой и рубкой, открытой палубой в кормовой части, расположением машинного отделения в средней части судна, с двумя полноповоротными винто-рулевыми колонками и двумя носовыми подруливающими устройствами. Судно имеет наклонный форштевень. Особенностью корпуса является наличие кормового свеса, что упрощает задачу размещения винто-рулевых колонок. Для улучшения устойчивости на курсе предусмотрен водоизмещающий скег. Схема общего расположения проектируемого судна показана на рис. 1.

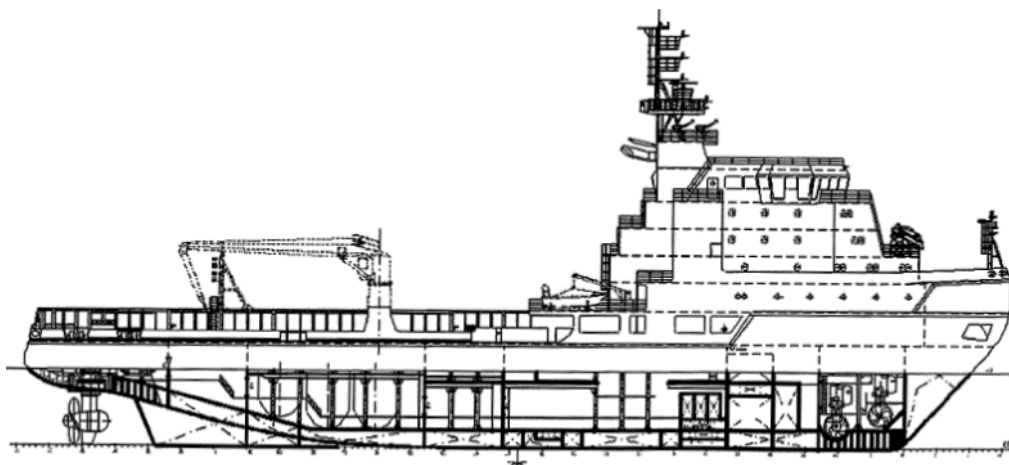


Рис. 1. Общее расположение судна снабжения

1. Гармаш Д.Е. Развитие судов снабжения и концепция многофункционального судна снабжения для морских нефтегазодобывающих платформ на шельфе российской Арктики и Дальнего Востока // Научно-технический и производственный журнал «Судостроение». - СПб., 2013. - Вып.4 - С.33-39.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕДОВОЙ ХОДКОСТИ УНИВЕРСАЛЬНОГО СУДНА ДЛЯ АРКТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В арктических широтах единственной магистралью, которая связывает субарктические и арктические районы, является Северный морской путь. Он оказывает большое влияние на развитие российского Севера в целом. Перспективы развития СМП во многом связаны с тем, что он может стать полноценным конкурентом Суэцкому каналу. Очевидным фактом является то, что разработка и совершенствование методов расчета показателей ледовой ходкости является актуальной задачей с точки зрения будущих возможностей и перспектив.

Для успешного ледового плавания судоводитель должен иметь обширную информацию о ледовых условиях, так как ледопроездимость судна будет зависеть от конкретных навигационных характеристик ледяного покрова, условий его формирования.

Цель работы – исследование ходкости универсального судна в постоянно изменяющихся гидрометеорологических условиях Российской Арктики.

Для решения поставленных задач спроектировано универсальное судно для Арктики дедвейтом 10000т. Класса КМ ★ Arc7 [1] AUT1 в соответствии с правилами Российского Морского Регистра Судоходства, отвечающим всем основным требованиям.

Основные размерения:  $D=16034\text{т}$ ;  $L=137,5\text{м}$ ;  $B=18,8\text{м}$ ;  $T=8,1\text{м}$ ;  $H=11,5\text{м}$ ;  $\delta=0,75$ ;  $N=12930\text{ кВт}$ .

Выполнен расчёт ходкости в сплошных и битых льдах, построены кривые ледопроездимости.

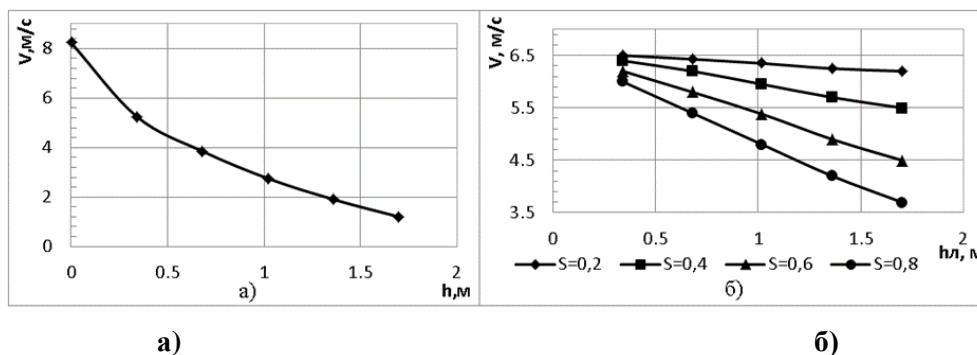


Рис. 1. Кривые ледопроездимости в льдах: а) сплошные, б) битые

На основе этих данных, проанализировав ледовую обстановку морей СМП, был выполнен расчет о затрачиваемом времени на навигацию с учетом гидрометеорологических факторов, влияющих на ходкость судна.

### Библиографический список

1. **Ионов, Б.П., Грамузов Е.М.** Ледовая ходкость судов: Научное издание/ Ионов Б.П., Грамузов Е.М. Санкт-Петербург: Судостроение, 2001, 512 с.
2. [Электронный ресурс] - [www.aari.ru](http://www.aari.ru) Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, 2021.

УДК 531

КОРИШИ А., ХРУНКОВ С.Н.

### МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ДВС НА СТЕНДЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В ходе экспериментов с четырехтактным дизельным двигателем *ANDORIA 4C90* на моторном стенде в НГТУ поддерживалась постоянная частота вращения коленчатого вала двигателя при различной нагрузке за счет увеличения или уменьшения подачи топлива. При этом фиксировались показания следующих приборов:

1. Тахометра, измеряющий частоту вращения коленчатого вала  $n$  мин.<sup>-1</sup>.
2. Показания весов тормозного стенда, указывающие момент, тормозящий коленчатый вал двигателя  $P$ , кГс.
3. Времени  $\tau$  сек, затрачиваемого на расходование топлива в количестве  $\Delta G=50$  грамм.
4. Частоты вращения вала расходомера воздуха  $f_{\text{возд}}$ , 1/мин.
5. Температуры окружающей среды,  $T$  °С.
6. Давления наддува во впускном ресевере,  $P_H$  бар.

Полученные измерения позволили нам вычислить такие показатели работы двигателя, как крутящий момент, мощность, массовый расход воздуха, часовой и удельный эффективный расход топлива и коэффициент избытка воздуха.

Для расчета крутящего момента и мощности использовались формулы  $M_K = 10 \cdot P$  (Н·м) и  $N_e = \frac{M_K \cdot n}{9550}$  (кВт).

Массовый расход воздуха определялся с учетом параметров окружающей среды  $G_B = (0,34 f_{\text{возд}} + 18) \cdot \sqrt{\frac{\rho_6}{1,29}}$  (кг/ч). Часовой расход топлива определялся как  $G_T = \frac{\Delta G \cdot 3,6}{\tau(C)}$  (кг/ч), а удельный эффективный расход топлива  $g_e = \frac{G_T \cdot 1000}{N_e}$  (г/кВт.ч).

Коэффициент избытка воздуха рассчитывался с учетом используемого вида топлива  $\alpha = \frac{G_B}{14,9L_0 \cdot G_T}$ .

Результаты обработки экспериментальных данных при частоте вращения коленчатого вала  $n=2500$  1/мин. представлены на рисунке 1. Заслуживает отдельного рассмотрения то, что минимум удельного эффективного расхода топлива не совпадает с режимом  $\alpha=1$ .



Рис. 1. Результаты обработки экспериментальных данных: а) удельный эффективный расход; б) коэффициент избытка воздуха топлива

## ТАРИРОВКА МАССОВОГО РАСХОДОМЕРА ВОЗДУХА ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ДВС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При проведении натуральных экспериментов с двигателями внутреннего сгорания на моторном стенде одним из параметров, обязательных для измерения, является массовый расход воздуха двигателем. Для его измерения используются специальные расходомеры.

На моторном стенде в НГТУ на входе в ресивер впускной системы на двигателе установлен измеритель расхода воздуха, рис. 1. Работа расходомера основана на измерении скорости потока газа. Схема турбинного расходомера представлена на рис. 2. Принцип действия турбинного расходомера жидкости и газа заключается в передаче движения последней к турбинке в виде крыльчатки, а от нее - к шкале измерительного прибора. Во время движения жидкости крыльчатка начинает вращаться в подшипниках с малым трением.

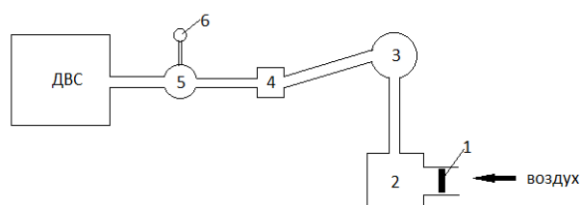


Рис. 1. Схема измерителя расхода воздуха: 1 - измеритель расхода воздуха; 2 - ёмкость жесткая для сглаживания пульсаций впускной системы; 3 - ёмкость мягкая для сглаживания пульсаций впускной системы; 4 – турбокомпрессор; 5 - ресивер на двигателе; 6-манометр

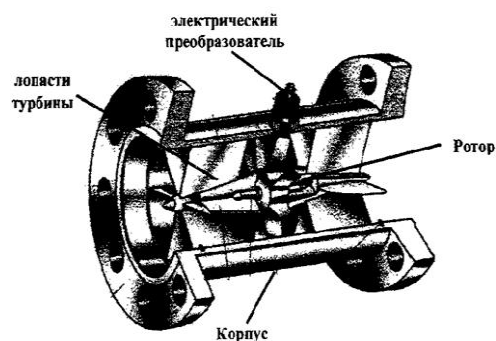


Рис. 2. Схема турбинного расходомера

Скорость потока измеряемой среды пропорциональна скорости вращения турбинки, что позволяет наиболее точно измерять расход жидкости или газа. Конструкция расходомера имеет механические стабилизаторы и струевыпрямители. Струя, проходя через расходомер, изначально попадает на выпрямители, состоящие из металлических пластин, установленных параллельно потоку. При помощи стабилизатора выравниваются завихрения в потоке жидкости или газа, тем самым сглаживаются погрешности в показаниях прибора. Чем выше скорость прохождения жидкости, тем быстрее вращаются лопасти турбинки. Сам принцип замера основан на учете количества оборотов последней за определенный промежуток времени. При проведении экспериментов фиксируется частота вращения ротора расходомера  $f_{\text{возд}}$  (мин.<sup>-1</sup>). Для вычисления массового расхода воздуха предлагается формула, полученная при тарировке прибора и учитывающая параметры состояния атмосферного воздуха:

$$G_B = (0,34 f_{\text{возд}} + 18) * \sqrt{\frac{\rho_B}{1,29}} \text{ (кг/ч)},$$

где  $\rho_B$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>. Установленная экспериментально погрешность измерения массового расхода воздуха не превышает 2,5%.

УДК 531

АНДРОПЕНКОВ С.С., МИРОНОВ А.А.

### РАСЧЕТ ТРАЕКТОРИИ УСТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СНС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Анализ отказов элементов машин транспортно–энергетического комплекса показывает, что в 70% случаев причинами отказов металлоконструкций являются процессы усталости металла. Усталостное разрушение конструкций связано с зарождением и ростом усталостных трещин (РУТ). Для корректного расчета ресурса конструкций возникает потребность определения траектории развития усталостных трещин [1].

В настоящее время для определения траектории РУТ используются критерии линейной механики разрушения (ЛМР). В литературе описывается ряд опытов, направленных на уточнение критериев ЛМР. В настоящей работе пересматриваются результаты одного из таких опытов, в котором трещины зарождались в образцах из рельсовой стали в условиях сложного напряженного состояния (СНС) [2].

В представленной работе проводилось численное моделирование процессов зарождения и роста усталостных трещин. Моделирование проведено в три этапа. На первом этапе решалась задача в упругой постановке для определения направления РУТ методами ЛМР. Траектория развития трещин определялась по трем основным гипотезам ЛМР [3]:

1. Критерий максимальных тангенциальных напряжений (MTS),
2. Критерий  $KII = 0$ ,
3. Критерий максимального высвобождения энергии (MERR).

Однако решение методами ЛМР оказалось недостаточно для корректного описания направления зарождения повреждения из концентратора напряжений, и на втором этапе решалась задача в упруго – пластической постановке. Решение задачи в упруго-пластической постановке корректно описывает направление зарождения. Применение упруго-пластического решения позволяет иначе интерпретировать результаты литературного опыта.

На третьем этапе решалась задача определения траектории развития повреждения. Полученные результаты свидетельствуют о том, что, начиная с определенной величины длины трещины, критерии ЛМР корректно описывают направление РУТ.

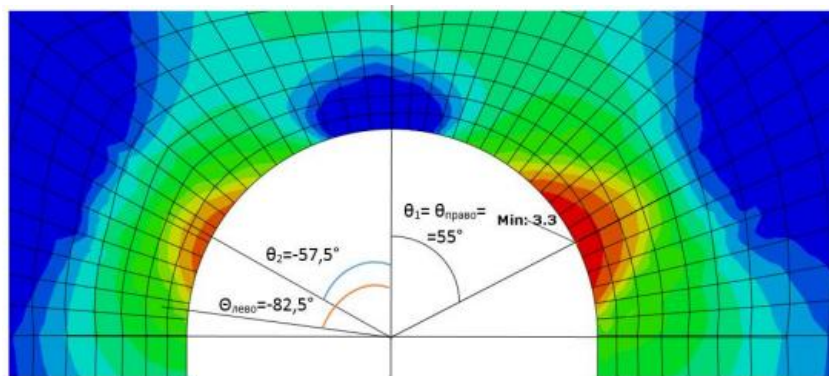


Рис. 1. Результаты расчетов

Таким образом, следует отметить, что критерии ЛМР не способны корректно описать направление зарождения повреждения. Для корректного описания ориентации зародившейся трещины стоит использовать упруго-пластическое решение. При этом трещина зарождается в направлении, перпендикулярном направлению действия главных растягивающих напряжений. В случае действия переменных сжимающих усилий при разгрузке наблюдается явление «обратной пластики» и гистерезиса [4]. После определения направления зарождения трещин, начиная с определенной длины трещины, можно применять критерии ЛМР для определения направления РУТ.

### *Библиографический список*

1. **Биргер, И.А.** Сопротивление материалов: учебное пособие / И.А. Биргер, Р.Р. Мавлютов. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. - 560 с.
2. **Тихомиров, В.М.** Развитие усталостных трещин смешанного типа в образцах из стали. Прикладная механика и техническая физика / В. М. Тихомиров, П. Г. Суровин, 2004.
3. Abaqus 6.14-1 Analysis User's Guide: 11.4.3 Crack propagation analysis. Critical stress criterion. Dassault Systems Simulia Corp., Providence, RI, USA, 2015 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ivt-abaqusdoc.ivt.ntnu.no:2080/v6.14/books/usb/default.htm?startat=pt04ch11s04aus69.html#usb-anl-acrackpropagation>
4. **Броек, Д.** Основы механики разрушения. - М.: Высшая школа, 1980, - 368 с.

УДК 533.697

ЖАРОВ А.Н., КИКЕЕВ В.А., МИРОНОВ А.А.

## **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЗАЗОРОВ НА РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ В МИКРОТУРБИНЕ МЕТОДАМИ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время существует большое количество одноступенчатых радиальных микротурбин, которые находят свое применение в качестве привода шлифовального инструмента. На данный момент изучено много особенностей различных рабочих процессов микротурбин и имеется большой опыт создания действующих конструкций на основе полученных теорий.

Технологии производства турбины, как и сама ее конструкция, имеют ряд особенностей, более подробное изучение которых даст возможность значительно повысить их эффективность. Одной из особенностей малоразмерной турбины является наличие конструктивных зазоров между вращающимися деталями и деталями корпуса. Наличие данных зазоров уменьшает эффективность работы турбины, так как происходит утечка рабочего тела. При численном решении в процессе построения модели необходимо учитывать данные конструктивные зазоры, это приведёт к большей достоверности результатов расчета.

Учет наличия зазоров при решении задачи численным методом оказывает влияние на характер обтекания вязкого газа проточной части и на результаты расчета. Для исследования данного эффекта выполнен численный расчет микротурбины в модуле Ansys CFX.

В данной работе были построены две математические модели рабочего тела микротурбины с учетом конструктивных зазоров и без их наличия. Рабочее тело состоит из центробежной и центробежной проточных частей рабочего колеса, промежуточного направляющего аппарата и конструктивных зазоров, внутреннего и внешнего.

Расчет методом численного моделирования показал, что при учете внешнего зазора часть потока имеет свойство выходить из проточной части в окружающую среду. Массовый

расход через данный зазор составляет примерно 14% от значения расхода на входе в проточную часть микротурбины.

При наличии внутреннего зазора часть потока, которая перетекает по зазору между центробежной и центростремительной части турбины, при попадании в зазор имеет сверхзвуковую скорость, которая очень быстро уменьшается. Газ из внутреннего зазора имеет свойство возвращаться назад в центробежную часть микротурбины, что приводит к тому, что в центростремительную ступень попадает лишь часть вошедшего в зазор потока.

Выявлено, что при учете влияния зазоров коэффициент скорости соплового аппарата повышается, также повышается крутящий момент, возникающий в центробежной части рабочего колеса. При этом крутящий момент в центростремительной части уменьшается, что связано с наличием внутреннего зазора.

Из анализа полученных результатов следует, что наличие конструктивных зазоров между деталями корпуса значительно влияет на уровень КПД одноступенчатой малоразмерной турбины, данный вопрос требует дальнейших исследований.

УДК 539.3

МОРОЗОВА А.А., КИКЕЕВ В.А.

## **ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ С ЖИДКОСТЬЮ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

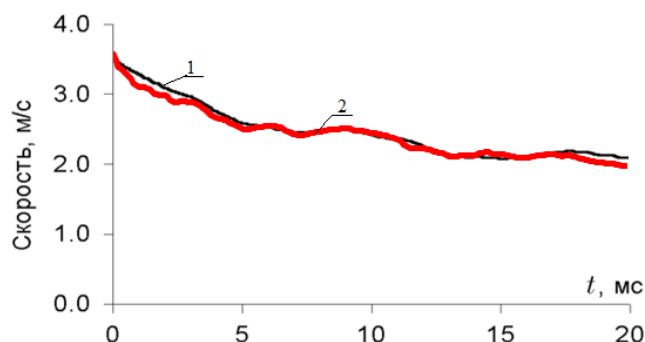
Рассмотрена проблема влияния деформаций тела, жидкости и воздушного слоя между ними при ударном взаимодействии упругой конструкции с жидкостью на процесс удара и погружения и, следовательно, на динамические характеристики и несущую способность конструкции. Представлена задача моделирования взаимодействия цилиндрической оболочки с водой для определения напряженно-деформированного состояния в расчетах динамики и прочности конструкций.

Ключевые слова: численное моделирование, цилиндрическая оболочка, метод Эйлера-Лагранжа.

Исследуемый процесс описывается связанной системой уравнений, одна часть которых служит для определения деформированного состояния тела при взаимодействии его с жидкостью, а другая предназначена для определения вносимых телом в жидкость возмущений. Метод конечных элементов позволяет избежать целый ряд трудностей, связанных с неодносвязностью поперечных сечений и обеспечением граничных условий, неравномерным распределением материала, позволяет оперативно решить задачи динамического деформирования исследуемых объектов. При моделировании задачи использовался метод Эйлера-Лагранжа (ALE, Arbitrary Lagrangian-Eulerian), который способен обрабатывать динамику деформирующейся геометрии и движущихся границ с подвижной сеткой. Общий алгоритм моделирования процесса проникания твердого тела в жидкость выглядит следующим образом: созданы конечно-элементная модель конструкции и среды, материал для каждого компонента; заданы начальная скорость и граничные условия, свойства поперечного сечения для конечных элементов, совместная группа материалов среды; подобраны уравнения состояния для заданных материалов и обозначены их параметры; заданы связанные степени свободы при совместном движении материалов и произведен анализ полученных результатов. В результате расчета установлено, что в процессе падения цилиндра его скорость уменьшается; максимальные деформации достигаются после соприкосновения цилиндрической оболочки с жидкостью и убывают с уменьшением скорости. После сравнения результатов, полученных экспериментально и с помощью численного моделирования, представленных на рис. 1, можно сделать вывод, что созданная модель ударного взаимодействия круговой цилиндрической



оболочки с жидкостью, качественно описывает процесс и дает возможность правильно оценить максимальные деформации оболочки.



**Рис. 1. График скорости погружения оболочки в зависимости от времени:**

**1 – экспериментальная кривая, полученная в [1]; 2 – кривая, полученная с помощью численного моделирования**

### *Библиографический список*

1. **Ионина, М.Ф.** Численное исследование задачи об ударе упругих цилиндрических оболочек о воду / М.Ф. Ионина. - Новосибирск.: Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, 1999. – 11 с.;
2. **Герасимов, С.И.** Движение шара в воде с трансзвуковой скоростью. Эксперимент и моделирование / С.И. Герасимов, В.А. Кикеев, В.А. Кузьмин. – Саров; Н. Новгород, 2018. – 19 с.;
3. **Муйземнек, А.Ю.** Математическое моделирование процессов удара и взрыва в программе LS-DYNA : учеб. пособие / А.Ю. Муйземнек, А.А. Богач. – Пенза: Информационно-издательский центр ПГУ, 2005. – 106 с.;
4. **Шахверди, Г.Г.** Ударное взаимодействие судовых конструкций с жидкостью / Г.Г. Шахверди. – СПб.: Судостроение, 1993. – 256 с.

УДК 539.4

ТРУСОВ А.П., ГЕРАСИМОВ С.И., КИКЕЕВ В.А., УСПЕНСКИЙ И.В.

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ПРОЧНОСТИ КОСТОЗАМЕЩАЮЩЕГО МАТЕРИАЛА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ НАГРУЖЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,  
ООО «Айкон Лаб Гмбх»

Изучены физико-механические свойства и прочность нового костозамещающего материала Рекост-М, разработанного «Айкон Лаб Гмбх». Были проведены натурные испытания образцов, разработанных и изготовленных по ГОСТ. Полученные результаты оценены в сравнении с параметрами с показателями нативной костной структуры.

В настоящее время в различных областях медицины применяются новые костнозамещающие биосовместимые материалы. Определение механических свойств новых материалов крайне важно для оценки прочности, долговечности изготавливаемых протезов, а также для определения зоны применимости самих материалов.

Механические свойства подобных изделий могут значительно варьироваться в зависимости от химического состава используемого материала, который может меняться для каж-

дого отдельного случая протезирования в медицинской практике. Наиболее часто подобные материалы применяются в травматологии, нейрохирургии – для восстановления целостности костной структуры костей конечностей и черепа человека. Для конкретной клинической задачи необходима адаптация изделия, информация о его прочностных и физико-механических характеристиках.

«Айкон Лаб Гмбх» уже более 10 лет ведет разработку материалов для закрытия костных дефектов при реконструктивно-пластических операциях, для изготовления костных имплантатов, замещения дефектов при различных костных патологиях. Был разработан и изготовлен новый костнозамещающий материал «Рекост-М», содержащий биоразрушаемый и биосовместимый полимер.

Были разработаны и изготовлены оптимальные образцы из костнозамещающего материала нового поколения типа Рекост-М для проведения экспериментальных исследований механических характеристик, сопротивления разрушению и прочности материала.

Проведены испытания на сжатие образцов кубической формы, изготовленных по ГОСТ из материала Рекост-Айкон Лаб ГмбХ, также проведены испытания на растяжение образца, изготовленного по ГОСТ из того же материала.

Испытания проводились на машине МИ50У (рис. 1).

В ходе экспериментальных испытаний были определены механические свойства 5ти образцов из костнозамещающих материалов типа Рекост-М – построены диаграммы усилия ( $H$ ) от перемещения траверсы ( $mm$ ) (рисунок 2) при различных видах нагружения и выявлено, что физико-механические свойства материала «Рекост-М» по показателям выше, чем у нативной костной структуре и могут быть адаптированы для конкретной клинической задачи. Получены результаты экспериментальной части исследования - механических свойств материала (модуля упругости первого рода, модуля сдвига, предела текучести, предела прочности) и оценки прочности при растяжении и сжатии, выполненных из инновационного материала типа Рекост-М.

В дальнейшем планируется проведение расчетных исследований и верификация на основе экспериментальных данных с помощью методов компьютерного моделирования прочности образцов при различных видах нагружения и разработка методики проведения расчетов прочности протезов и имплантов, выполненных из костнозамещающего материала.



Рис. 1. Образец, установленный в испытательную установку МИ50У

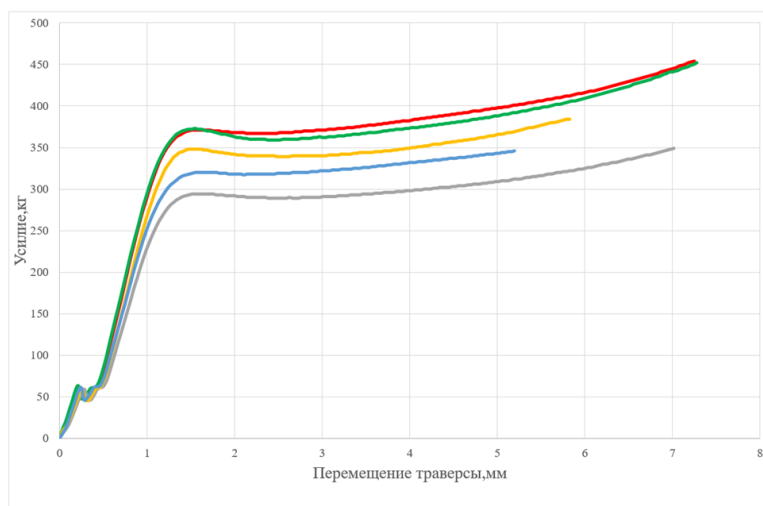


Рис. 2. Графики зависимости усилия ( $H$ ) от перемещения траверсы ( $mm$ ) для пяти испытуемых образцов

### *Библиографический список*

1. ГОСТ 4651-82. (ISO 604:2002) Пластмассы. Метод испытания на сжатие. – М., 2002.

2. **ГОСТ 4647-2015** Пластмассы. Метод определения ударной вязкости по Шарпи. – М., 2015.
3. **Колмогоров, Ю.Н.** Костнозамещающие имплантаты из материала «Рекост-М» на основе 3D-моделирования для закрытия посттравматических дефектов черепа: доклинические и клинические исследования. *Современные технологии в медицине* / Ю.Н. Колмогоров [и др.] // 2018; 10(3).
4. **Липатов, Ю.С.** Структура и свойства полиуретанов / Ю.С. Липатов, Ю.Ю. Керча, Л.М. Сергеев // К., 1970.
5. **Дж. М. Бюист** Композиционные материалы на основе полиуретанов / Дж. М. Бюист. - М., 1982.
6. **Колмогоров, Ю.Н.** Костнозамещающий материал / Ю.Н. Колмогоров [и др.]. - №2518713 14 апреля 2014.

# МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, МЕТАЛЛУРГИЯ И ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДСТВА МАШИНОСТРОЕНИЯ

УДК 669.1

ВАЛЮГИН М.А., МУРСЕНКОВ Е.С.

### ОСВОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РУЛОННОГО ПРОКАТА ИЗ СТАЛИ МАРКИ 13ХФА КЛАССА ПРОЧНОСТИ К56 С

ВФ НИТУ «МИСиС»,  
АО «Выксунский металлургический завод»

В работе рассмотрено освоение технологии производства проката и труб из стали марки 13ХФА класса прочности К56 с требованиями по стойкости против водородного растрескивания, а также с дополнительным требованием по хладостойкости.

Была поставлена задача разработать технологию производства проката и труб из него стали марки 13ХФА класса прочности К56 с требованиями по коррозионной стойкости в кислых средах, а также с дополнительным требованием по хладостойкости (KCV) до температуры -50°C.

Был предложен следующий химический состав проката.

*Таблица 1.*

**Химический состав стали 13ХФА класса прочности К56 (min/номинал/max)**

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	V	Nb	Ti	N
0,050	0,20	0,63	Н.б.	Н.б.	0,50	Н.б.	Н.б.	0,015	0,040	0,030	Н.б.	Н.б.
0,060	0,25	0,69	0,008	0,001	0,55	0,30	0,25	0,025	0,045	0,038	0,00	0,00
0,065	0,30	0,70			0,60			0,040	0,055	0,040	5	8

Работа осуществлялась в следующем порядке:

1. Проведение в условиях литейно-прокатных опытных плавок с оценкой полученных свойств проката.
2. Изготовление из опытного металлопроката толщинами 8,0 и 10,0 мм партии труб диаметром 426 мм и 219 мм с оценкой полученных свойств.
3. Дополнительные исследования микроструктуры проката, металла труб и сварного шва; исследование хладостойкости металла и сварного шва труб при различных температурах.

Показатели механических и коррозионных свойств проката соответствуют нормативным значениям.

По результатам испытаний трубы 426x8 219x8 и 219x10 мм соответствовали всем требованиям технических условий на трубную продукцию.

Предложенная и опробованная в условиях ЛПК технология производства проката и труб из него стали марки 13ХФА класса прочности К56 с требованиями по коррозионной

стойкости в кислых средах продемонстрировала результаты, удовлетворяющие требованиям технических условий заказчика на данную продукцию и была рекомендована к промышленному производству сортамента нефтегазопроводных труб толщиной 6,0-10,0 мм и диаметром 219-530 мм.

1. **Мурсенков, Е.С.** Разработка и освоение технологии производства в условиях ЛПК трубных марок стали с требованием по стойкости против водородного растрескивания / Е.С. Мурсенков [и др.] // Сборник трудов под общей редакцией А.М. Барыкова. 2016, - Металлургиздат. С.210-232.

УДК 620.186

ВАСЯНКИН Д. И., РЯБОВ Д.А., ХЛЫБОВ А.А.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СТАЛИ X12MФ, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ГОРЯЧЕГО ИЗОСТАТИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Горячее изостатическое прессование (ГИП) — это технологический процесс уплотнения порошковых материалов при высоких давлениях и температурах [1, 2]. При реализации ГИП усадка исходного материала может достигать 30 - 35 %. Стоит отметить, что степень уплотнения порошка обусловлена пластической деформацией и силами поверхностного натяжения. Основными преимуществами метода ГИП является возможность улучшения механических свойств получаемых материалов за счет обеспечения практически нулевой пористостью и высокой однородностью структуры [2]. Таким образом, применение технологий ГИП является актуальной задачей при изготовлении ответственных высоконагруженных изделий.

Сталь X12MФ является высоколегированной инструментальной полутеплостойкой сталью с повышенной износостойкостью. Данная сталь широко применяется для изготовления холодных штампов и других инструментов, деформирующих металл в холодном состоянии.

Цель настоящей работы – исследовать микроструктуру и свойства заготовки из стали X12MФ, полученной методом ГИП.

На рис. 1 представлен график, отражающий изменение плотности по сечению заготовки из стали X12MФ, полученной технологией ГИП.

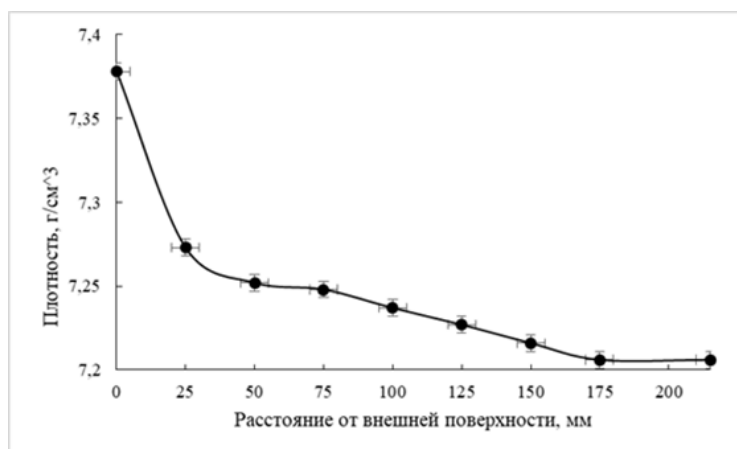


Рис. 1. Распределение плотности по сечению заготовки из стали X12MФ

### *Библиографический список*

1. **Khlybov, A.A.** Simulation of the hot isostatic pressing process / A.A. Khlybov [et al] // PNRPU Mechanics Bulletin. 2021. Vol. 3. P. 190–198.
2. **Хлыбов, А.А.** Исследование особенностей микроструктуры и свойств металлов, полученных путем горячего изостатического прессования / А. А. Хлыбов [и др] // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2021. Т. 24, № 4. С. 4–10.

УДК 621.6

ВОЕВОДИН Д.И., КОРОВИН В.А.

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ВАЛКОВ КОЛЕСОПРОКАТНОГО СТАНА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ В УСЛОВИЯХ АО “ВМЗ”**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из важнейших проблем прокатного производства является вопрос обеспечения высокого уровня надежности и прочности прокатных валков. Ведь валки являются одним из наиболее важных звеньев прокатного стана, надежность, ритмичность и продуктивность работы которого зависит в большей степени от надежности и эксплуатационной стойкости его деформирующих инструментов - прокатных валков. В процессе эксплуатации длительное воздействие на материал валка, повторно-переменных циклических напряжений при температурных колебаниях может вызвать массу дефектов. Одной из серьезных проблем является образование трещин и сетки разгара при напряжениях ниже предела прочности. Трещины начинают развиваться на участках материала с пониженной прочностью – по неметаллическим включениям, границам зерен, хрупких составляющих микроструктуры [1,2]. Поэтому существует необходимость в повышении вышеупомянутых качеств, т.к. они влияют на технико-экономические показатели работы цеха.

В настоящий момент на предприятиях используют разные методы повышения данных показателей, такие как: своевременное и качественное обслуживание, поверхностная закалка ТВЧ (токами высокой частоты), наплавка, ВТМПО (высокотемпературная термомеханическая поверхностная обработка), модифицирования сплава валка.

Для выполнения работы была поставлена следующая цель: повышение эксплуатационной стойкости и надёжности главных валков колесопрокатного стана металлургическими методами.

Объектом исследования стал: нажимной валок колесопрокатного стана.

Научно-исследовательская работа позволяет выдвинуть гипотезу о том, что внедрение технологии модифицирования в процесс изготовления валка повысит его эксплуатационные качества, ведь изначально в сплав валка закладываются физико-химические качества, способные замедлять процесс изнашивания. Так же модифицирование почти не изменяет технологию производства валка и минимально влияет на экологическую ситуацию производства.

Результатом работы на основании анализа проведенных экспериментов стало технологическое решение по улучшению структурного состояния расплава графитизированной стали за счет модифицирования и микролегирования с помощью лигатур никель-молибден и ванадий-алюминий (NiMo и V-Al).

### *Библиографический список*

1. **Коровин, В.А.** Влияние микролегирования и модифицирования на структуру и свойства специальных сталей / В.А. Коровин // Литейное производство. – 2012. - № 4. – С. 8 – 9.

2. Шифрин, М.Ю. Производство цельнокатаных колес и бандажей / М.Ю. Шифрин, М.Я. Соломович. – М.: Metallurgizdat, 1954. – 425 с.

УДК 620.186

ВОЛКОВА Е.А., ХЛЫБОВ А.А.

## **СТОЙКАЯ СЕРОВОДОРОДНОМУ РАСТРЕСКИВАНИЮ СТАЛЬ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ УГЛЕРОДА И МАРГАНЦА И ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ НИОБИЯ**

Выксунский филиал НИТУ «МИСиС»,  
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Стали, стойкие к водородному растрескиванию, используются в нефтегазовой отрасли более 50 лет. За это время разработаны подходы к выбору химического состава, технологии металлургического передела и производства проката. Для достижения требуемых механических свойств при низком содержании углерода обычно используют небольшие добавки микролегирующих элементов (титана, ниобия и/или ванадия) и легирование марганцем [1-3]. Такой легирующий элемент, как марганец, имеет то преимущество, что снижает критическую температуру  $Ag_3$ , следствием чего является измельчение зерна и снижение переходной температуры хрупкого разрушения. В то время как марганец имеет преимущества с точки зрения прочности и вязкости, есть и недостаток, связанный с сильной тенденцией к сегрегации в процессе кристаллизации стали. Эта тенденция проявляется в формировании в осевой зоне сляба структуры с высокой твердостью и низкой вязкостью, что приводит к снижению коррозионной стойкости в сероводородосодержащих средах. В связи с этим интересным вариантом разработки новых сталей с пониженной склонностью к ликвационным эффектам являются стали с существенно более низким количеством марганца (0,3-0,4%) [4-6]. Предлагается сохранить требуемый уровень прочности путем легирования стали такого состава хромом и повышения содержания ниобия до 0,08-0,1%.

В работе проведено исследование влияния условий контролируемой прокатки и ускоренного охлаждения на формирование структуры и свойств стали со сверхнизким содержанием марганца и высоким содержанием ниобия в лабораторных и промышленных условиях. Проведен комплексный анализ микроструктуры, отмечен ряд особенностей формирования структуры и свойств исследуемой стали. Установлено, что данная сталь имеет более узкий технологический коридор, с точки зрения формирования структуры и комплекса механических свойств, но при этом малое влияние микроструктуры на стойкость к сероводородному растрескиванию.

Одним из основных требований к свойствам стальных труб является обеспечение повышенного сопротивления хрупкому разрушению при отрицательных температурах в любой зоне сварного соединения [7, 8]. В процессе дуговой сварки под флюсом стальных труб приближение температуры основного металла в околошовной зоне (ОШЗ) к температуре плавления стали, приводит к формированию грубозернистой области зоны термического влияния (ЗТВ). В металле из этой области наблюдается пониженная ударная вязкости по сравнению с другими областями ЗТВ [9, 10].

Методом лабораторного термоциклирования проведена оценка влияния микроструктуры грубозернистого участка ЗТВ на вязкость сварного соединения. Установлено повышение доли реечного бейнита и плотности высокоугловых границ с повышением скорости охлаждения. Помимо этого, наблюдалось рассеяние ударной вязкости при всех исследованных скоростях охлаждения (разделение результатов на две группы, практически без промежуточных значений), что предполагает наличие двух механизмов разрушения. Фрактографические исследования позволили установить, что практически во всех образцах с низкими значения-

ми ударной вязкости в центре грубых очаговых фасеток скола обнаружены крупные частицы карбонитридов титана и ниобия, которые и являются источником хрупкого разрушения. Предполагается, что формирование крупных частиц карбонитридов в исследуемой стали обусловлено наличием в стали наряду с титаном высокого содержания (0,08%) ниобия.

### *Библиографический список*

1. **Шабалов, И.П.** Сталь для газонефтепроводных труб, стойких против разрушения в сероводородосодержащих средах: монография / [И.П. Шабалов и др.] // М.: Metallurgizdat, 2017. – 322 с.
2. **Червонный, А.В.** Освоение производства листового проката классов прочности K48-K52, удовлетворяющего требованиям по хладостойкости и стойкости к сероводородному растрескиванию в условиях металлургического комплекса Стан 5000 и труб из него / А.В. Червонный [и др.] // Развитие технологий производства стали, проката и труб на Выксунской производственной площадке: сб. тр. под общей ред. А.М. Барыкова. М., Metallurgizdat, 2016. С. 378-389.
3. **Кноп, Ф.М.** Разработка и производство рулонного штрипса и сероводородостойких труб категории прочности до API X70 / Ф.М. Кноп, Ф. Флакса, Д. Миркович // Микролегированные трубные стали для нефтегазовой отрасли / Сборник трудов международной конференции. М: Metallurgizdat, 2018. С. 213-226.
4. **Грей, Дж. М.** Особо низкомарганцевая высоковязкая трубная ВТО-сталь для эксплуатации в кислых средах. // Микролегированные трубные стали для нефтегазовой отрасли / Сборник трудов международной конференции. М: Metallurgizdat, 2018. С. 175-181.
5. **Williams, J.G.** New Alloy Design Perspectives for High Strength Steels: Paper presented at the 3rd Int. Conf. on Thermomechanical Processing of Steels (Padua, Italy, Sept. 2008).
6. **Gray, J.M.** Linepipe and Structural Steel Produced by High Speed Continuous Casting U. S. Patent 5993570. 30 Nov. 1999.
7. **Seyffarth, P.** Atlas Schweifl-ZTU-Schaubilder. Duesseldorf (Germany). 1982. 173 p.
8. **Heisterkamp, F.** Metallurgy Welding and Qualification of Microalloyed (HSLA) Steel Weldments / F. Heisterkamp, K. Hulka, D. Batte // Miami (Fl) : AWS, 1990. P. 659–681.
9. **Грабин, В.Ф.** Металловедение сварки низко- и среднелегированных сталей / В.Ф. Грабин, А.В. Денисенко // Киев: Наукова думка, 1978. 276 с.
10. **Гривняк, И.** Свариваемость сталей. М.: Машиностроение, 1984. 216 с.

УДК 621.74

ГОМЕЗ П.Д.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДВОДА МЕТАЛЛА ПРИ ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В работе были выполнены следующие задачи:

1. Проведен информационно-аналитический обзор состояния вопроса получения алюминиевых отливок литьём под давлением [1, 2, 3, 4].
2. Рассмотрена зависимость локализации газовых дефектов от места подвода металла к отливкам различной конфигурации.
3. Выполнено компьютерное моделирование заполнения некоторых типовых отливок алюминиевым сплавом при литье под давлением.
4. Предложены мероприятия по оптимизации подвода металла для ряда отливок при литье под давлением алюминиевых сплавов.



Литьем под давлением получают широкую номенклатуру отливок, преимущественно из цветных сплавов.

Вследствие высокой скорости движения металла и слабой вентиляции металлической формы в отливку замешивается большое количество газов. Поэтому преобладающими дефектами отливок при литье под давлением являются дефекты газовые. Поскольку номенклатура отливок для литья под давлением представляет собой отливки тонкостенные, усадочные дефекты менее распространены.

Поражаемость отливок газовыми дефектами и их локализация зависят, в том числе, от места подвода металла к отливке. Следовательно, снизить объём газовых дефектов можно обеспечив рациональный подвод сплава в полость формы.

Локализацию газовых дефектов в зависимости от места подвода металла для ряда типовых отливок исследовали П.П. Москвин и Ю.Ф. Игнатенко [1, 3].

В рамках поставленной задачи было выполнено компьютерное моделирование заполнения пластины, диска, низкого и высокого стаканов.

Подтверждено, что для пластины оптимальная ширина питателя должна составлять не менее 80 % от ширины стенки.

Показано, что для диска при рекомендуемой ширине питателя 50 % от диаметра, неизбежно образование газовых дефектов по обе стороны от прямого потока металла. Выяснено, что для диска, вопреки рекомендациям, следует назначать ширину питателя в 80 % от диаметра.

Выявлено, что вопреки рекомендациям подвод к низкому стакану предпочтительнее не в дно, а в открытый торец при ширине питателя 80 % от диаметра.

Для высоких стаканов подтверждена рекомендация предпочтительного подвода в открытый торец. При этом ширина питателя должна составлять 80 % от диаметра стакана.

### *Библиографический список*

1. **Беккер, М.Б.** Литье под давлением / М. Б. Беккер [и др.] – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.
2. **Ефимов, В. А.** Специальные способы литья: Справочник / В. А. Ефимов [и др.]. Под общ. ред. В. А. Ефимова. – М.: Машиностроение, 1991. – 436 с.
3. **Белопухов, А.К.** Литье под давлением / А.К. Белопухов [и др.]; под общ. ред. А.К. Белопухова. – М.: Машиностроение, 1975. – 400 с.
4. **Белопухов, А. К.** Технологические режимы литья под давлением / А. К. Белопухов. – М.: Машиностроение, 1985. – 272 с.

УДК 669.1

ДЕРГАЛОВ О.М.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ТЕМПЕРАТУРУ ЖИДКОЙ СТАЛИ ПЕРЕД РАЗЛИВКОЙ**

Выксунский филиал НИТУ «МИСиС»

Температура является одним из основных показателей для жидкой стали. В современном производстве важно грамотно регулировать её величину, поскольку на неё влияет большое количество параметров. Необходимость этого заключается как в экономических соображениях, так и качественных. Только при правильном подборе температуры стали перед разливкой возможно получить литой продукт надлежащего качества.

В данной работе рассмотрено теоретическое влияние технологических факторов на температуру жидкой стали. Потери теплоты напрямую влияют на температуру стали. При

недостаточной тщательности анализа тепловых потерь есть риск выпуска низкокачественного переохлажденного расплава. Основные причины теплопотерь на производстве с дуговой сталеплавильной печи, после выпуска в сталеразливочный ковш можно разделить на пять классов:

- потери в ковше в результате теплопроводности стенок ковша, а также излучение от верхней, открытой поверхности металла;
- добавление материалов в сталь ковш после разливки;
- эндотермические реакции;
- продувка аргоном;
- отходящие газы в агрегате ковш-печь

В противовес потерям так же существует фактор, способствующий повышению температуры расплава – экзотермические химические реакции. Однако вклад данного фактора в повышение температуры очень мал и не способен компенсировать потери. Но несмотря на это, его можно отнести к основным технологическим факторам, которые повышают температуру жидкой стали.

Основным источником теплоты после дуговой сталеплавильной печи, является нагрев в агрегате ковш-печь. Поскольку в нем установлен один или несколько электродов, между которыми образуется электродуга с высокой температурой.

### *Библиографический список*

1. **Кудрин, В.А.** Внепечная обработка чугуна и стали / В.А. Кудрин - М.: Metallurgy, 1992. - 337 с.
2. **Егоров, А.В.** Электроплавильные печи черной металлургии – М.: Metallurgy, 1985. — 280 с.

УДК 620.18

ДОБРОТИН Г.С., СМЕТАНИН К.С.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ МЕТАЛЛА ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОЙ ОЧИСТКИ ОТ КОНСЕРВАЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ**

Выксунский филиал НИТУ «МИСиС»,  
АО «ВМЗ»

В настоящее время лазерная очистка является современным и экологичным методом очистки материалов от оксидов, краски, полимерных и антикоррозионных покрытий, и различных загрязнений на металле. Данный метод не включает в себя использование опасных химических веществ, а сам процесс очистки не трудоемкий.

Цель данной работы заключается в проведении исследования влияния лазерной очистки на структуру и остаточные напряжения в металле.

Проведена оценка остаточных напряжений в поверхностном слое фрагментов диска колеса из стали ER9 для электропоезда «Ласточка». Измерения проводили на участках образцов, очищенных от консервационного покрытия при помощи растворителя и с использованием лазера. Остаточные напряжения в поверхностных слоях образцов определяли методом  $\sin^2\psi$  с помощью портативного рентгеновского дифрактометра Уран-001, оснащенного рентгеновской трубкой с хромовым анодом и позиционно-чувствительным детектором [1]. Напряжения измерялись в радиальном и тангенциальном направлениях.

*Таблица 1.*

**Оценка величины остаточных напряжений в поверхностных слоях образцов радиальном и тангенциальном направлениях колеса, МПа**

Состояние поверхности	Радиальное направление	Тангенциальное направление
Исходное состояние	-530	-400
	-500	-425
	-505	-385
После лазерной очистки	330	350
	385	330
	353	423

После воздействия лазерного излучения напряжения в поверхностных слоях образцов меняют свой знак на противоположный и становятся растягивающими. Диапазон значений растягивающих напряжений составил от 330 до 490 МПа. Электронно-микроскопическое исследование показало, что на поверхности, обработанной лазером, металл оплавлен, наблюдаются неглубокие кратеры и каплевидные структуры. Переход расплавленного лазерным излучением металла из жидкого состояния в твёрдое сопровождается как уменьшением объёма при охлаждении, так и сжатием при кристаллизации. Сжатие остывающего поверхностного слоя металла препятствуют нижележащие слои, что приводит к возникновению на обработанной поверхности растягивающих напряжений[2]. Оплавленный слой имеет неравномерную толщину, которая изменяется в пределах от 1 до 14 мкм.

*Библиографический список*

1. **Сметанин, К.С.** Развитие новых методов оценки качества колес для высокоскоростного движения / К.С. Сметанин, Р.М. Тимаков, А.Е. Камышный // Развитие технологий производства железнодорожных колес на Выксунском металлургическом заводе: сб. трудов. - Металлургиздат, 2018. – Вып. 2 – С. 266-275.
2. **Гуляев, А.П.** Металловедение / А.П. Гуляев – 5-е изд., перераб. – Москва: Металлургия, 1977 – 648 с.

УДК 621.74

ЕЛИЗАРОВ Д.В., ЛАРИН М.А.

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ ЛИНИИ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА  
С ЦЕЛЬЮ ЭКОНОМИИ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ  
АО «Красный Якорь»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

За последние годы нестабильной политико-экономической обстановки на международном рынке, российские производители сталкиваются с растущими ценами на сырьё, энергоресурсы и т.д. Необходимо не только добиваться снижения расходов на металлическое сырьё, получения стабильности поставок, но и оптимизировать производственные процессы. Это поможет повысить технико-экономические показатели производства. Одним из основных видов загрязнителей в металлургическом производстве является тепло, излучаемое рабочим оборудованием. Рациональное использование отведённого тепла – простой и дейст-

венный способ для начала модернизации оборудования. Одним из способов нагрева на предприятии АО «Красный якорь» является электрический, за счёт индукционного нагрева. Среди используемых линий индукционного нагрева, в эксплуатации находятся линии торцевого типа (с открытым рабочим пространством), которые допускают большие тепловые потери в атмосферу производственного цеха.

В настоящий момент в области снижения тепловых потерь термического оборудования кузнечных производств активно применяются тепловые экраны, в которых используются материалы на основе керамических волокон. А также, с целью наладки стабильности поставок сырья следует рассмотреть внедрение заготовительного производства, которое будет снабжать предприятие заготовками круглого сечения необходимых калибров.

Для выполнения работы были поставлены две цели:

- 1) снизить тепловые потери линии индукционного нагрева
- 2) разработать технологический процесс для заготовительного производства заготовок круглого сечения

Объектами рассмотрения стали: технологический процесс горячего металлопроката круглого сечения и процесс индукционного нагрева в условиях кузнечного производства.

Особенностью предлагаемых методов является снижение тепловых потерь линии индукционного нагрева торцевого типа, следствием чего является снижение времени на нагрев заготовки и уменьшение затрат на электроэнергию, а также введение заготовительного электросталеплавильного производством с выпуском проката круглого сечения, что позволит работать на твёрдой шихте. Работа на твёрдой шихте позволяет повторно использовать металлическое сырьё.

Результатом работы стало внедрение проекта заготовительного производства (используются 4 печи типа ДСП-5, 2 линии МНЛЗ, линия сортового проката)[1], которое поможет наладить стабильность поставляемого сырья из-за доступности металлического лома. Так же результатом работы стала оптимизация тепловой работы линии индукционного нагрева.

- 
1. **Торговец, А.К.** Основы проектирования металлургических цехов / А.К. Торговец, Ю.И. Шишкин, О.А. Артыкбаев: учеб. пособие. - Алматы: НИЦ «Гылым», 2005. - 465 с.

УДК 621.74

ЗАХАРКИН П.С.

## **ИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ ЗАКАЛКА ОТЛИВОК ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА НА ООО «ВКМ-Сталь»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Инновации в сфере металлургии не теряют свою актуальность и, более того, стремительно набирают обороты. С введением новых способов литья увеличивается локализация производств. Так, предприятия, где основным продуктом являются стальные отливки имеют в своих мощностях дуговые сталеплавильные печи. В данных печах получить чугун необходимого качества становится затруднительно, а порой и невозможно.

Так, перед предприятием ООО «ВКМ-Сталь» была поставлена задача в получении отливок из высокопрочного чугуна марки ВЧ100. Ввиду того, что на предприятии используются дуговые печи переменного тока, получаемый высокопрочный чугун имеет марку ВЧ50. Такой показатель не удовлетворяет запросы потребителя.

Для достижения поставленной цели существует множество различных технологий по получению чугуна заданной марки. Научные труды А.А. Жукова, А.Д. Шермана, И.В. Кудрявцева позволяют понять технологические процессы получения высокопрочного чугуна [1].

Используя опыт отдельных предприятий, можно провести анализ технологии по изотермической закалке отливок из высокопрочного чугуна.

Научно-исследовательская работа позволяет выдвинуть гипотезу о том, что проведение процесса изотермической закалки высокопрочного чугуна позволит получить заданные характеристики отливки. Ориентировочное время выдержки исходной отливки в солях должно составлять 50 минут при температуре 300 С°. В дальнейшем, процесс можно будет применять и на стальные отливки для снижения брака, связанного с высоким количеством термических и структурных напряжений.

Работа подразделяется на несколько этапов. Нулевой этап – сравнительный анализ доступного технологического оборудования для термообработки. Первый этап – анализ возможных вариантов внедрения оборудования на производственный участок ООО «ВКМ-Сталь». Вторым этапом является разработка модели установки для проведения внедряемого технологического процесса. Следующий этап – расчёт экономического эффекта с учётом дальнейшего расширения номенклатуры проходящих изделий через установку. Заключительный этап – сборка оборудования, проведение экспериментов для статистического анализа получаемых результатов, которые позволят выявить оптимальный режим оборудования и внедрение нового технологического процесса.

Эффективность проводимых мероприятий по получению высокопрочного чугуна заданной марки будет напрямую зависеть от того, какие результаты будут получены в ходе экспериментальной работы оборудования. В случае получения отливок с заданными параметрами ООО «ВКМ-Сталь» сможет удовлетворять потребность основных потребителей, не прибегая к работе сторонних организаций.

#### ***Библиографический список***

1. **Александров, Н.И.** Материалы в машиностроении. Выбор и применение / [Н.И. Александров и др.]; Т. 4. Чугун/И.В. Кудрявцев. – М: 1969. – 248 с.
2. **Гуляев, Б.Б.** Формовочные процессы / Б.Б. Гуляев, О.А. Корнюшкин, А.В. Кузин. - Л.: Машиностроение, 1987. - 264 с.

УДК 621.74

ЗИМИНА В.Ю., МАСЛОВ К.А.

### **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ МЕТОДОМ ГОРЯЧЕГО ИЗОСТАТИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Применение порошковой металлургии возрастает с каждым годом, так как классический вариант получения литых деталей сопровождается наличием в отливках дефектов усадочная пористость, газонасыщенность, несплошность (дислокации) и другие [1].

При получении сложных, рельефных изделий при горячем изостатическом прессовании (ГИП) наблюдаются такие проблемы как низкая прочность изделий ГИП, связанная с плохим заполнением капсулы металлическим порошком.

В данной работе предлагаются несколько вариантов решения данной проблемы:

1. Вариант изготовления спеченных изделий, по которому загрузку порошка ведут в нагретую капсулу, далее проводят виброуплотнение, герметизацию капсулы и горячее изостатическое прессование. Виброуплотнение проводят в 3 стадии: на первой стадии при частоте 15-20 Гц, на второй при частоте 40-50 Гц, и а третьей стадии при 60-90 Гц, до плотности равной 65-69%.

Недостатки известного способа:

- не обеспечивает высокой плотности заполнения капсул несимметричной формы;
- необходимость изготавливать капсулы больших геометрических размеров для получения трудоемкой формы изделий.

2. Вариант изготовления спеченных изделий, по которому засыпку металлических порошков ведут в оболочку с заполнением капсулы порошком порционно при виброуплотнении до плотности формования 64,5%, после чего герметизированную капсулу подвергают горячему изостатическому прессованию, получая спеченное изделие заданной конфигурации металлической оболочки.

Недостатки известного способа: не обеспечивает высокой плотности формования порошка в капсуле; не обеспечивает достижения равномерной плотности металлического порошка при заполнении капсул прямоугольной формы и капсул с поднутрениями.

3. Вариант изготовления спеченных изделий, по которому подача каждой порции гранул к слою прикладывают пульсирующее давление, при этом удельное давление со стороны стержня соответствует 0,2-0,8 кг/мм, а частота пульсации его равна 0,1-0,3 Гц.

Способ позволяет снизить металлоемкость капсул за счет повышения плотности заполнения гранулами и повышения точности геометрии изделий сложной конфигурации.

Оптимальной частотой пульсации стержня является частота 0,1-0,3 Гц, которая выбрана экспериментальным путем. После заполнения капсулы порошком до заданной плотности ее помещают в вакуумную печь, нагревают до 750°C и герметизируют капсулу. Затем герметичную капсулу с порошком подвергают горячему прессованию при температуре 1200°C. Данный способ заполнения капсул позволяет снизить ее металлоемкость на 15-20% и повысить прочность геометрии изделий на 30-40%.

Таким образом, в третьем варианте все предлагаемые признаки направлены на снижение металлоемкости, повышение плотности заполнения капсул и на повышение точности геометрии изделий за счет дополнительного пульсирующего давления.

- 
1. **Агеев, С.В.** Горячее изостатическое прессование металлических порошков / С.В. Агеев, В.Л. Гиршов // Кузнечно-штамповое производство. Обработка материалов давлением – 2015. – № 9. – С. 10-14.

УДК 621.74

ИСТОМИН И.А., ЧЕБЕРЯК О.И.

## **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЛИТЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТАЛИ В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ АО "ННИИММ" ПРОМЕТЕЙ"**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время Правительство Российской Федерации обозначило в качестве одних из наиболее важных приоритетов развития страны модернизацию машиностроительной промышленности и ресурсосбережение.

Данные процессы определяются политикой предприятия в области оптимизации существующего производственного процесса, обновления производственных фондов и внедрения новых технологических процессов.

Плавка синтетических сплавов, т.е. сплавов, получаемых их вторичного сырья (лома и отходов), является одним из видов современных ресурсосберегающих технологий. Вторичное сырьё занимает всё более значимое место в суммарном объёме производства и потребления железоуглеродистых сплавов. Актуальность темы ВКР соответствует Указу Президента РФ от 7 июля 2011 г. №899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Россий-

ской Федерации» в целях модернизации и технологического развития российской экономики и повышения ее конкурентоспособности определены приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации. В этом же документе представлен перечень критических технологий Российской Федерации.

В первой главе проведёт информационно аналитический обзор по особенностям производства конструкционных нелегированных сталей, где рассмотрены их структура и свойства, влияние химических элементов на свойства, рассмотрены принципиальные вопросы плавки, экологически оптимальные смеси ХТС для чёрного литья и характерные дефекты стального литья при литье в формы из ХТС. Также уделено внимание современной классификации лома и отходов цветных металлов и их сплавов.

Во второй главе приведена общая характеристика технологических процессов литья, применяемых в условиях производства АО ННИИММ «Прометей», а также результаты их критического анализа, сформулированы предложения по выбору варианта оптимизации с указанием конкретных мероприятий, при этом сделан упор на особенности плавки стали из вторичного сырья.

В третьей главе произведена разработка технологии изготовления конкретной отливки-представителя из номенклатуры цеха, проведены необходимые технологические расчёты.

В четвёртой главе рассмотрены экологические аспекты предлагаемого варианта технологического процесса.

В пятой главе проведено экономическое обоснование предлагаемых решений.

В условиях производства АО ННИИММ «Прометей» выявлена проблема стабильности получения качественных отливок при литье в ХТС нелегированной конструкционной стали. На качество литья напрямую влияет качество поставляемых в цех исходных материалов, свойства которых часто не подвергаются входному контролю, полагаясь на честность поставщика. Одним из немаловажных факторов также является квалификация и ответственность рабочего персонала, и неукоснительное выполнение технологических инструкций. Основной целью для производителей продукции является снижение её себестоимости, одним из условий которой является снижение затрат на исходные материалы, которые часто имеют неоправданно высокие цены.

### ***Библиографический список***

1. **Гуляев, Б.Б.** Формовочные процессы / Б.Б. Гуляев, О.А. Корнюшкин, А.В. Кузин. - Л.: Машиностроение, 1987. - 264 с.
2. **Ткаченко, С.С.** Возрождение технологии формообразования в станкостроении на основе неорганических компонентов / С.С. Ткаченко, В.С. Кривицкий, Ю.Н. Муравьёв, Г.А. Колодий // Станкоинструмент. - 2018. - № 1. - С. 62-67.

УДК 621

КАЙНОВ В.М., ЛЕУШИН И.О.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ СТРУЖЕЧНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ПАО «ГАЗ»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последние годы в условиях нестабильной геополитической обстановки в мире, цены на сырьевом рынке чёрных металлов обновляют исторические максимумы. С целью снижения издержек и уменьшения рисков, коммерческие литейно-металлургические предприятия вынуждены оптимизировать расход металлических материалов и обеспечить рециклинг малопригодных металлических отходов. Одним из таких отходов является металлическая

стружка, на долю которой приходится 10 – 15% от общей массы металлических заготовок [1]. Для обеспечения эффективной переработки металлической стружки в классических плавильных печах литейного производства стружку подвергают окускованию. Высокая энергоёмкость и низкая производительность дополнительных технологических операций, связанных с промежуточным переделом стружковых отходов, являются существенными факторами, снижающими привлекательность и экономическую эффективность технологии переработки. В настоящий момент в области переработки стружковых отходов наибольшее распространение получила технология брикетирования с последующим переплавом брикета. Получение брикета, независимо от выбранной технологии, сводится к прессованию стружечной массы в замкнутом объёме с целью получения изделия с определённой формой, плотностью и прочностью. Химический состав, плотность и прочность брикета являются ключевыми параметрами, определяющими качество изделия. Для получения качественной продукции в большинстве случаев необходимо развить высокое усилие прессования, что сопряжено с высокими энергетическими затратами, в особенности при брикетировании малопластичных сплавов.

Целью выполнения работы стала разработка решения, направленного на снижение энергетических затрат технологического процесса брикетирования чугунной стружки.

Объектом рассмотрения стал технологический процесс горячего брикетирования чугунной стружки базового предприятия. Для достижения поставленной цели были приняты решения по модернизации технологического процесса с переходом к технологии холодного брикетирования, и по усовершенствованию стандартного прессового оборудования для обеспечения как импульсного, так и статического сжатия материала при брикетировании.

Особенностью предлагаемого способа брикетирования является создание коротких импульсов высокого давления со стороны контерлада брикета, при помощи электрогидроимпульсного устройства, в процессе статического сжатия брикета по средством гидроцилиндра.

Результатом работы стал отказ от энергоёмких операций нагрева и допрессования брикета, а также снижение энергозатрат на прессование, за счёт перераспределения части усилия прессования из области упругого сопротивления брикетной массы в область пластической деформации. Реализация предложенного решения позволит снизить себестоимость выпуска продукции и снизить экологическое воздействие предприятия на окружающую среду. Предложенный способ прессования также может быть использован, при прессовании мелкодисперсных малопластичных материалов и металлических порошков.

- 
1. Временные методические рекомендации по расчёту нормативов образования отходов производства и потребления. - СПб.: 1998.

УДК 669.1

КОСТРИКОВ М.А., ГОРБАТЮК С.М.

### **СОЗДАНИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСЕВОЙ НАСТРОЙКИ ЦЕНТРОВАТЕЛЕЙ ТПА 70-270 ТЭСЦ-3**

Выксунский филиал НИТУ «МИСиС»

Задачей является создание методики определения осевой настройки центрователей ТПА 70-270 ТЭСЦ-3 для дальнейшего использования как пример на других станах.

Недостаточная жесткость стержня, особенно при прошивке заднего конца гильзы, может быть одной из главных причин повышенной разностенности гильз. Так как при увеличении жесткости системы разностенность гильз резко снижается, необходимо создать условия для уменьшения вибраций системы во время прошивки путем удержания заднего конца заго-



товки и стабилизации положения стержня с оправкой с помощью центрователей. По этой причине производят калибровку центрователей.

Построение системы координат. Для построения системы координат необходимо построить две точки, одна будет являться началом виртуальной оси, а вторая концом оси. Установка оборудования AT960 на магнитной основе в входную часть стана в металлический короб для полной видимости линии стана до каретки со стержнем. Определение точки в клети. Точку начала оси находим через построение ортогональных плоскостей в клети стана на стуле. Для этого используя T-probe создаем горизонтальные плоскости 1 и вертикальные плоскости 2 3 4, из плоскостей 2 3 создаем усредненную вертикальную плоскость 5. По чертежу ось проката находится выше от стула на 475 мм, поэтому смещаем относительно плоскости 1 вверх новую плоскость 6 на 475 мм вверх. Теперь мы имеем достаточно плоскостей для построения точки начала оси. Из пересечения плоскостей 4, 5, 6 строим точку начала оси. Определение точки на каретке со стержнем. Из-за отсутствия реперных точек мы делаем допущение и берем точку на каретке со стержнем. Для этого строим цилиндр с ограничивающей плоскостью, центр цилиндра будет являть точкой конца оси. Теперь мы имеем достаточно точек для построения виртуальной оси. Строим виртуальный стержень диаметром 200 мм. На построенной оси строим виртуальный стержень диаметром 200 мм, так как заготовкой трубы будет являть эталон диаметром 200 мм. Сравнение эталона с виртуальным стержнем. В программе polyworks выбирается созданный виртуальный стержень и с помощью функции построить/проверить мы строим на эталоне окружность расставляя точки рефлектором RRR 1,5. На остальных центрователе эталон проверяется также. Все эталоны проверялись с входной стороны стана из-за невозможности перемещения трекара AT960. В программе polyworks все полученные данные можно увидеть в виде таблицы. Абсолютный лазерный трека Leica AT960 — портативная динамическая лазерная измерительная система, предназначены для определения координат в пространстве. Снабжен дальномером и абсолютным интерферометром. Leica T-Probe – это переносное портативное без манипуляторное беспроводное устройство для проведения измерений щупом скрытых, труднодоступных зон. Рефлектор – отражатель или приемник излучения от лазерного трекара AT960.

Данная работа создается с целью получения методики для возможности использовать в дальнейшем на других станах. Работа была выполнена в программе Polyworks|Inspector.

### ***Библиографический список***

1. Leica Absolute Tracker AT960 | Hexagon Manufacturing. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hexagonmi.com/ru-ru/products/laser-tracker-systems/leica-absolute-tracker-at960>
2. Leica T-Probe | Hexagon MI. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hexagonmi.com/ru-RU/products/laser-tracker-systems/leica-probing-solutions/leica-tprobe>

УДК 621.74

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

Идея производства деталей машиностроения из чугуна с вермикулярной формой графита не нова. Этот чугун в своих свойствах очень удачно сочетает в себе положительные ка-

чества ВЧ и СЧ и является наиболее предпочтительным материалом для производства деталей, работающих в условиях постоянных теплосмен и требующих высоких прочностных характеристик. Более того, за счет повышения эксплуатационных свойств двигателей, путем производства блоков цилиндров, или хотя бы головок блоков цилиндров из ЧВГ, можно существенно повысить экологические характеристики автотранспорта [1].

Целью исследований в данном направлении является нахождение наиболее эффективного с технологической и экономической точки зрения способа получения ЧВГ в заданных условиях. Перед исследователем возникают следующие задачи: анализ отечественной и зарубежной литературы по теме, анализ существующих производств отливок из чугуна с вермикулярным графитом, Сравнительный анализ существующих и перспективных методик получения и контроля качества ЧВГ.

Известно, что процесс получения качественной структуры вермикулярного графита в ЧВГ крайне нестабилен. Результат зависит от многих факторов, основными из которых являются: состав и качество модификатора, способ модифицирования, геометрия получаемых отливок. Осложняет получение качественного ЧВГ абсолютная недопустимость наличия в структуре пластинчатого графита. Литературный обзор показал, что наилучшим модификатором для получения вермикулярного графита являются магнийсодержащие модификаторы, в составе которых присутствуют редкоземельные металлы. Однако, такие модификаторы, по большей части, производятся за рубежом. В первую очередь, применительно к России, следует решить проблему повсеместного использования импортных модификаторов и отказ производителей от применения отечественных модификаторов, из-за их предполагаемой неспособности к формированию качественной структуры ЧВГ [1].

Так как суть проблемы заключается в отсутствии на российском рынке качественных магнийсодержащих модификаторов с РЗМ, следует предположить, что проблема может быть разрешена за счет повышения спроса на отечественные модификаторы. Более того, в России есть опыт производства комплексных модификаторов с РЗМ: в 2001 году для изготовления чугунных изложниц из ЧВГ на ОАО «Чусовской металлургической завод», Смоленским отделением «Российской ассоциации литейщиков» совместно с ООО «НПП «Технология» был разработан комплексный модификатор Vermiloy.

Исследования по поиску наиболее эффективной технологии производства ЧВГ может идти в следующих направлениях: поиск модификаторов, обеспечивающих качественную структуру ЧВГ, анализ и внедрение технологий контроля качества структуры чугуна, а также одновременный контроль вышеизложенных факторов [2].

Перспективность применения чугуна с вермикулярным графитом и рост его производства создаст повышенный спрос на качественные модификаторы на отечественном рынке. В купе с имеющимся опытом производства таких модификаторов, следует ожидать роста импортозамещения в этой области металлургии. Также внедрение зарубежного опыта применения технологии термического анализа расплава, такого как SinterCast обеспечит уменьшение расхода модифицирующих веществ на производстве и повышение качества получаемых отливок [2].

#### ***Библиографический список***

1. **Экоб, С.М.** Эффективный способ производства чугунов с вермикулярным графитом (ЧВГ) / С.М. Экоб, Хартунг С. – Элкем, Кристиансанн, Норвегия
2. **Доусон, С.** Опыт надежного крупносерийного производства высококачественных автомобильных отливок из ЧВГ / С. Доусон, А.Г. Панов, И.Ф. Гумеров. – КАМАЗ, г. Набережные Челны.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ МЕНДЖЕМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПЛОЩАДКЕ ООО "НЛЗ"

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Система менеджмента качества должно соответствовать требованиям потребителя организации. Потребности и ожидания потребителей постоянно изменяются, из-за чего организации испытывают давление, создаваемое конкурентной средой (рынком) и техническим прогрессом.

Объектом исследования является СМК на площадке Нижегородского литейного завода. Данное предприятие является новым на рынке, с современным оборудованием, поэтому предприятие в настоящее время находится на стадии пуско-наладочных работ, в связи с этим СМК требует улучшения и в структуре, и в работе персонала, и в системных анализах и в работе по улучшению качества отливок. Также на предприятии система менеджмента качества работает на основе международного стандарта ИСО 9001 – 2015.

Главной задачей СМК сейчас является понижение количества брака и соответствие международному стандарту. Основные дефекты, которые встречаются в отливках это: сор и усадочная раковина.

Итак, выделим решения по устранению брака и улучшению качества работы СМК:

- устранение и снижение брака;
- разработка плана графика совершенствования СМК на предприятии;
- обеспечение обучения всего персонала, который влияет на результаты организации, стандарта ИСО 9001-2015;
- производство внутреннего аудита;
- анализ мероприятий со стороны высшего руководства;
- подготовка к сертифицированному аудиту;
- проведение сертификации на предприятии;
- внедрение специальных программ, по которым будет видна заливка жидкого металла в формы и возможность появления брака.

Для поддержания системы менеджмента качества (СМК) предприятия в рабочем состоянии и постоянного повышения эффективности ее функционирования необходимо постоянно совершенствовать и улучшать все процессы организации. При выявлении приоритетных направлений улучшения важно эффективно использовать преимущества процесса внутреннего аудита.

Системы менеджмента качества становятся все более необходимыми для предприятий, стремящихся стать конкурентоспособными на мировом уровне. Сертификация СМК на соответствие требованиям международных стандартов позволяет повысить конкурентоспособность организации, уверить заинтересованные стороны в эффективности решения организацией проблем экологической и промышленной безопасности соответствующих производств, проблем охраны труда и техники безопасности.

- 
1. **ГОСТ Р ИСО 9001-2015.** Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества. Требования (утв. Приказом Росстандарта от 28.09.2015 N 1391-ст) (вместе с "Разъяснением новой структуры, терминологии и понятий", "Другими международными стандартами в области менеджмента качества и на системы менеджмента качества, разработанными ИСО/ТК 176"). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_194941/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_194941/)

## **МЕТОД РЕВЕРС - ИНЖИНИРИНГА ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ НЕСТАНДАРТНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ**

Выксунский филиал НИТУ «МИСиС»

Использование 3D-моделей в современном мире неизбежно. Создание деталей, компонентов вне зависимости от сферы применения требует всестороннего изучения объекта, при этом особое значение уделяется качеству и временным затратам.

Одним из перспективных и динамично развивающихся в последние годы направлений проектирования является реверс-инжиниринг.

В данной работе был построен макет детали.

При помощи сканера и Leica Absolute Tracker AT960 в данной работе произведено сканирование адаптер штанги гратосниматель Blissenbach.

Сканирование было произведено с хорошей разрешающей способностью (больше 0,5 мм) для получения мелких отверстий и сложных радиусов. Предварительно на деталь было нанесена матирующее напыление для предотвращения отблеска стали. На полученной сканограмме были убраны лишние части сканирования (стол, магнит, придерживающие части) и выставлена декартова система координат. Далее был произведен экспорт сканограммы в программу Geomagis и выполнена обработка (уменьшение числа треугольников на сетке при помощи компрессии, разбиение модели на области ) При помощи эскиза по сетке и работы с плоскостями была построена твердотельная модель детали.

Заключительный этап 3D сканирования включал проверку построенной твердотельной модели со сканограммой на отклонения. По полученным результатам видно, что модель построена верно и отклонения составляют не больше 0,1мм.

При помощи экспорта в программу Компас был выполнен эскиз данной детали.

Таким образом, при использовании реверс-инжиниринга можно получить 3D модель прототипа с деревом построения и комплект конструкторской документации. С каждым годом такой метод проектирования используется все чаще. Основными причинами его применения являются: возможность разработать любую модель с минимальными временными затратами – вне зависимости от её сложности, а также возможность изменения полученного проекта посредством внесения в него правок. Особенно актуально на сегодняшний день использование обратного инжиниринга при импортозамещении.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ОТЛИВОК ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ В УСЛОВИЯХ ПАО «ГАЗ» В КОРПУСЕ ЦВЕТНОГО ЛИТЬЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Литье под давлением (ЛПД) - это способ литья, при котором сплав под высоким давлением подаётся в многообразную пресс-форму приобретая форму отливки. Данный способ применяется для сплавов цветных металлов, а также для некоторых сталей. ЛПД позволяет получать сложные по конфигурации отливки, наиболее близкие к размерам готовой детали.

В ЛПД, как и в любом другом способе литья, при изготовлении отливок присутствует брак. Основные дефекты, приводящие к браку при ЛПД - недоливы, расслаивание металла,

сквозные и глухие трещины, привар, плохая обрабатываемость резаньем, неметаллические включения и несплошности в теле отливок газоусадочного происхождения. [1] Целью исследования является уменьшение количества брака литых заготовок, вызванных газоусадочными дефектами, за счёт оптимизации процессов литья под давлением.

В условиях базового предприятия для изготовления ответственных отливок из алюминиевых сплавов АК12, АК9 используются машины для литья под высоким давлением с горизонтальной холодной камерой прессования. Литьё под высоким давлением позволяет получать отливки с высокой размерной и поверхностной точностью, однако за счёт повышенного газообразования нередко снижаются их характеристики. Снижение механических свойств, получаемого литья, происходит из-за образующихся в теле отливки дефектов газоусадочного происхождения.

Газоусадочные дефекты подразделяются на газовые раковины, газовые пористости, усадочные раковины и усадочные пористости.

Основные причины образования газовых дефектов при литье под давлением алюминиевых сплавов следующие:

- попадания в металл воздуха из камеры прессования, литниковых каналов и оформляющей полости;
- обильная или чрезмерно газотворная смазка;
- попадания в металл воздуха и газообразных продуктов смазки при дисперсном заполнении или турбулентном заполнении пресс-формы
- выделение газов из сплава;
- наличие утолщений в отливке.

Исходя из изложенного можно сформулировать следующие задачи исследования:

- анализ влияния смазки на выделение газа;
- влияния на попадание воздуха из камеры прессования, литниковых каналов и оформляющей полости;
- анализ потока при заполнении пресс-формы на попадание в металл воздуха и газообразных продуктов смазки;
- анализ сплава на выделение газов.

Возможными путями решения для снижения брака литья может стать применение ультразвуковой обработки расплава и применение более совершенных смазок.

Ожидаемым результатом работы является снижение количества брака литья газоусадочного происхождения, что приведёт к повышению технико-экономических показателей процесса в условиях базового предприятия.

- 
1. **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 620.172

СОКОЛОВА В.М., КУЗНЕЦОВ А.Е.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ НА РАСТЯЖЕНИЕ ПЛАСТИКОВЫХ ИЗДЕЛИЙ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ МЕТОДОМ 3D ПЕЧАТИ**

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

Детали машин и механизмов работают под разными нагрузками: одни детали испытывают постоянно действующие нагрузки в одном направлении, другие - нагрузки, изменяющиеся по величине и направлению. Для определения механических свойств материалов, на

которые постоянно действуют нагрузки, разработаны различные методы испытаний [1]. Обычно для этого используют разрывные испытательные машины.

Испытания на растяжения для материалов из металла проводятся по ГОСТ 1497-84, для материалов из пластмассы – по ГОСТ 11262-2017. На разрывной машине для испытания на растяжение применяется универсальное приспособление в виде обжим, установленных в зеве захватов [2]. При проведении пробных испытаний было замечено, что все образцы разрушались в нижней части рядом с захватом. Хотя, при равной толщине, изделия должны разрушаться по всей длине в случайном месте. Поэтому было принято решение; изучить влияние формы образца на качество полученных результатов. Для исследования мы использовали образцы из пластмассы, изготовленные с помощью 3D печати, размеры которых должны соответствовать стандарту [3].

В качестве материала был выбран ABS-пластик, так как он является одним из наиболее часто используемых для 3D печати, кроме того он может принимать много разных полимерных форм. В целом, это прочный и несколько более податливый по сравнению с PLA пластик. Пластичность ABS позволяет легко создавать элементы различных соединений и крепежа. Он легко шлифуется и обрабатывается. Важно отметить, что ABS растворяется в ацетоне, что позволяет склеивать детали и добиваться очень гладкой поверхности [4].

В программе Компас-3D была создана модель образцов. Составлена схема, которая соответствует процессу растяжения на разрывной машине для плоских образцов. Для моделей были заданы характеристики, соответствующие характеристикам ABS-пластика, которые представлены на рис. 1. Полученный результат так же приведен на рис. 1.

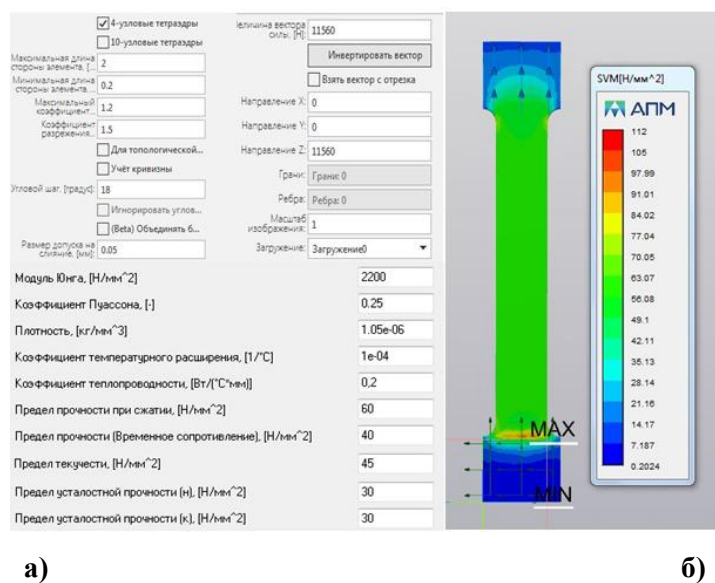


Рис. 1 – Исходные данные для расчета (а), напряжения, возникающие в образце (б)

По результатам видно, что нагрузки в образце распределены не равномерно и достигают максимальной отметки 112 Н/мм<sup>2</sup> в нижней части. Именно в этом месте и происходило разрушение всех образцов. Следовательно, необходимо провести исследование по подбору оптимальной формы и размеров образцов для которых нагрузки будут одинаковыми по всей длине части образца, подвергающейся разрыву.

### Библиографический список

1. Арзамасов, В.Б. *Материаловедение и Технология конструкционных материалов*. Учебник для студентов высших учебных заведений / В.Б Арзамасов [и др.]; под редакцией Арзамасова В.Б. и Черепяхина А.А. – М., Издательский центр «Академия», 2007, 446 с.
2. Машина разрывная. Модель Р-10. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.

3. ГОСТ 33693-2015. Пластмассы. Образцы для испытания. – М., 2015.

4. Сравнение ABS, PLA, SBS. 3d сфера. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://3dsfera.by/articles/sravnenie-abs-pla-sbs/>

УДК 620.179.1

СОЛОВЬЕВ А.А., РЯБОВ Д.А., ХЛЫБОВ А.А.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ФИЗИЧЕСКОЙ АКУСТИКИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СТЕПЕНИ НАВОДОРОЖИВАНИЯ СПЛАВА ПТ-3В

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексева

Распространенным конструкционным материалом является псевдо- $\alpha$ -титановый сплав ПТ-3В. Данный сплав, главным образом, используют в авиакосмической, судостроительной, атомной и водородной энергетике [1, 2]. Частный случай применения сплава ПТ-3В - теплообменное оборудование (трубчатка парогенераторов) транспортных ядерных энергетических установок, в процессе эксплуатации которого, материал трубчатки длительно контактирует с водородосодержащей средой [1].

Как известно, повышенное содержание водорода в  $\alpha$  и псевдо- $\alpha$  титановых сплавах приводит к изменению структуры и физико-механических свойств, происходит снижение деформационной способности материала под действием эксплуатационных нагрузок [2], снижается длительная прочность. Чаще всего, это проявляется в виде водородного охрупчивания.

Своевременное обнаружение очагов охрупчивания (зон, с повышенным содержанием водорода) и оценка влияния степени наводороживания титановых сплавов на физико-механические свойства является актуальной задачей. Для контроля структурных изменений в  $\alpha$  и псевдо- $\alpha$  титановых сплавах, подвергаемых длительному контакту с водородом, могут быть применены методы физической акустики. Цель настоящей работы – установление связи между параметрами упругих волн в материале и степенью водородного охрупчивания сплава ПТ-3В.

На основании проведенного исследования было установлено, что повышение содержания водорода в сплаве ПТ-3В приводит к снижению скорости распространения упругих волн в контролируемой части материала (рис. 1).

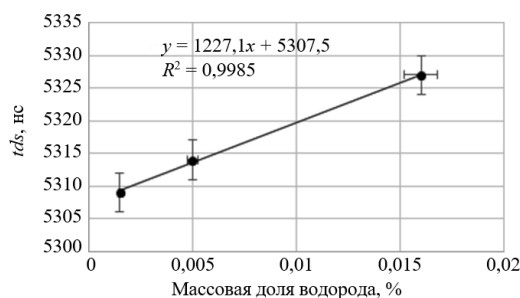


Рис. 1. Зависимость времени распространения рэлеевских волн от массовой доли водорода, сплав ПТ-3В

### Библиографический список

1. Хлыбов, А.А. Разработка акустического метода определения степени наводороживания в конструкциях из титановых сплавов / А.А. Хлыбов [и др.] // Дефектоскопия. 2019. № 4. С. 8-14.

2. **Хлыбов, А.А.** Исследование влияния наводороживания на структуру и сплющивание трубчатых образцов из титанового сплава ПТ-7М / А.А. Хлыбов [и др.] // Цветные металлы. 2021. № 4. С.71-77.

УДК 669.1

СОЛОНИЦЫН А.Р., ЧАСТУХИН А.В.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ АНОМАЛЬНОГО РОСТА АУСТЕНИТНОГО ЗЕРНА ОТ МИКРОЛЕГИРОВАНИЯ ТИТАНОМ И НИОБИЕМ СТАЛИ 09Г2С

Выксунский филиал НИТУ «МИСиС»  
АО «Выксунский металлургический завод»

Микролегирование – одно из наиболее приоритетных направлений современного металлостроения. Для достижения заданных свойств конструкционных сталей в последние 40 лет применяется введение в химический состав таких легирующих элементов, как титан и ниобий [1]. В частности, для изготовления сварных труб важны вязкость, прочность и коррозионная стойкость. Именно благодаря микролегированию титаном и ниобием становится возможным изготовить трубы, которые соответствуют требованиям потребителя. В 2022 году данная тема исследований приобрела новый аспект актуальности, поскольку поставки ниобия в Россию временно приостановлены. Собственных запасов ниобия недостаточно для применения его в чёрной металлургии.

Разумеется, даже незначительное изменение химического состава стали требует корректировки технологии производства. Начинать следует с самой первой стадии – нагрева. Подавляющее большинство сварных труб делают из горячекатаного листа, который в свою очередь получают путём контролируемой прокатки слэбов различной толщины.

Главными параметрами нагрева слэба являются температура нагрева и время выдержки в томильной зоне методической печи [2]. Каждая технологическая ошибка в производстве влечёт за собой неисправимое изменение конечной структуры и свойств.

Объектом исследований являлась конструкционная сталь 09Г2С в различных исполнениях. Химические составы различались наличием и содержанием титана и ниобия. Содержание химических элементов и наименования исследуемых сталей представлены в табл. 1.

**Таблица 1.**  
**Химический состав исследуемых сталей, %мас.**

Марка	C	Si	Mn	N	Nb	Ti	Ti/N
09Г2С-7	0,1	0,6	1,5	0,004	-	-	-
09Г2С-9	0,1	0,6	1,5	0,004	+	+	>3,4
09Г2С-10	0,1	0,6	1,5	0,004	-	+	>3,4
09Г2С-17	0,1	0,6	1,5	0,004	+	+	<3,4
09Г2С-18	0,1	0,6	1,5	0,004	+	-	-

Термическая обработка образцов проводилась в две стадии. Первая представляла собой нагрев до температур от 1120 до 1300 °С с шагом в 20 °С, выдержку длительностью 30, 90 или 150 минут и закалку в воду. Вторая стадия для всех образцов представляла собой высокотемпературный отпуск с выдержкой 8 часов и охлаждением вместе с муфельной печью. Затем из образцов были изготовлены микрошлифы, проведен количественный металлографический анализ.

Полученные в работе данные можно использовать для прогнозирования наличия аномального роста зерна при составлении технологических циклов для сталей с различным содержанием ниобия и титана.



*Библиографический список*

1. **Caddy L. J., Raley J. C.** Austenite grain coarsening microalloyed steels // Metall. Trans. 1983 V.14A, №10. P. 1989 – 1995.
2. **Новиков, В. Ю.** Вторичная рекристаллизация / В.Ю. Новиков. – М.: Металлургия, 1990. - 128 с.

## СЕКЦИЯ 7

---

# ФИЗИКА ЯДЕРНЫХ И ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ, ТЕХНОЛОГИИ УСТАНОВОК

---

### Подсекция 7.1

---

#### Ядерная энергетика

---

УДК 621.039.4

ГРОМОВ А.Д., АНОШКИН Ю.И.

#### ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ПАРОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ СУДОВОЙ ЯЭУ, РАБОТАЮЩЕЙ НА НАСЫЩЕННОМ ПАРЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

В современном мире разработка судовых ядерных энергетических установок (ЯЭУ) является одной из приоритетных задач атомной отрасли. Модернизация установок, неординарные пути решения задач, разработка и внедрение новых инженерных проектов – всё это необходимо для дальнейшего развития ядерных технологий.

На действующих установках в качестве рабочего тела паротурбинной установки используется перегретый пар. Было принято решение в качестве эксперимента перейти с перегретого пара на насыщенный и проверить как это отразится на таких параметрах ЯЭУ, как термический КПД установки, а также расход пара и тепла на установку.

Для решения данной задачи была написана программа на базе среды C++. Её суть заключается в расчёте тепловой схемы паротурбинной установки. Расчёт проводился по методике В.А.Семеки [1] и доработан в соответствии с внесёнными изменениями.

Созданная программа производит расчёты для начальных параметров насыщенного пара, один из которых (а именно давление пара перед турбиной) изменяется в диапазоне: от 2,4 Мпа до 9,5 Мпа с шагом 0,1 Мпа. По завершении работы программа выводит значения КПД, расходов пара и тепла (при необходимости можно запросить вывод и других значений). На основании полученных значений строятся графики. В качестве примера на рис.1 приведён один из этих графиков. Также на рис. 2 приведена уже известная зависимость КПД АЭС. Этот график очень схож с графиком, полученным мной в ходе эксперимента.

Для сравнения результатов с перегретым паром воспользуюсь расчётами [2], которые были посчитаны для идентичной установки, работающей на перегретом паре с начальным давлением  $p_0=2,4$  Мпа ( $\eta=23,3\%$ ). В случае же насыщенного пара при давлении 2,4 Мпа  $\eta=21,86\%$ . Замечу, что максимальное значение  $\eta=24,52\%$  достигается при давлении  $p_0=6,7$  Мпа. В итоге работы мной был сделан вывод, что использование перегретого пара в судовых ЯЭУ является более выгодным из-за более высокого КПД, также перегретый пар позволяет иметь меньший расход пара и тепла, а, следовательно, и меньшие массогабаритные характеристики, что является ключевым фактором в случае судовых ЯЭУ.

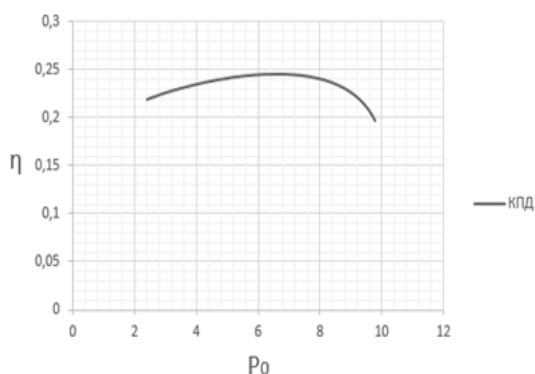


Рис. 1. Зависимость КПД установки от давления пара перед турбиной

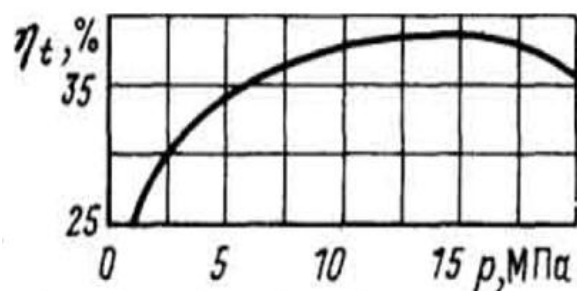


Рис. 2. Зависимость КПД АЭС от давления пара перед турбиной

### Библиографический список

1. **Семека, В.А.** Тепловой расчёт судовых паротурбинных установок / В.А. Семека. – М.: транспорт, 1965. – 301 с.
2. **Громов, А.Д.** Расчет тепловой схемы ПТУ с промежуточным сепаратором влаги / А. Д. Громов. — Нижний Новгород, 2020. — 26 с.

УДК 621.039

ДЕМКИНА Т.Д., ДОБРОВ А.А., ДОРОНКОВ Д.В., ДОРОНКОВА Д.С., ПРОНИН А.Н., РЯЗАНОВ А.В., ХРОБОСТОВ А.Е.

## ГИДРОДИНАМИКА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В КАССЕТНОЙ АКТИВНОЙ ЗОНЕ РЕАКТОРА ТИПА РИТМ АТОМНОЙ СТАНЦИИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из важных задач развития Российской Федерации является освоение минерально-сырьевых ресурсов Арктики. Значительная концентрация природных ресурсов обусловила строительство большого числа промышленных предприятий в Арктическом регионе. Однако невозможно организовать строительство и работу предприятий без надежных энергоисточников. Таким образом, для развития Арктического региона необходим энергоисточник, который будет обладать свойствами автономности, надёжности и маневренности. Уникальный научный, конструкторский и производственно-технологический опыт, накопленный в атомной отрасли при создании судовых реакторных установок, является базисом для развития приоритетного проекта Госкорпорации «Росатом» – атомных станций малой мощности.

В настоящее время ведутся конструкторские работы по созданию АСММ с новейшей РУ РИТМ-200С. Энергетические установки РИТМ-200, являющиеся прототипом для РУ РИТМ-200С, сейчас устанавливаются на новые атомные ледоколы. Именно в атомных судовых технологиях сформировался облик РУ для АСММ, характерными чертами которого стали компактность и надёжность оборудования.

Проектом РУ предусматривается новая кассетная активная зона с топливом повышенной ураноёмкости для увеличения энергоэффективности станции. Новая активная зона имеет ряд отличий от активных зон атомных ледоколов: измененная геометрия твэльного пучка, иная форма центрального вытеснителя топливных кассет, новая конструкция дистанционирующих решеток, что обусловило изменение полей аксиальных и

поперечных скоростей потока теплоносителя, а также его осевого расхода. Это может повлиять на теплофизические и нейтронно-физические характеристики активной зоны и сказаться на её теплотехнической надёжности. Следовательно, открытым остаётся ряд вопросов, влияющих на теплотехническую надёжность новой активной зоны. Таким образом, особенности конструкции новой активной зоны требуют проведения комплекса научно-исследовательских работ, в том числе экспериментального и расчетного исследования гидродинамической картины течения теплоносителя, что делает тему исследовательской работы актуальной.

В докладе представлены результаты экспериментальных исследований гидродинамики течения теплоносителя пневмометрическим методом и методом инъекции контрастной примеси. Вместе с этим в рамках научно-исследовательских работ была проведена дополнительная локальная валидация отечественной CFD-программы ЛОГОС с целью её дальнейшего внедрения в инженерную практику, а также построена матрица перемешивания теплоносителя для повышения точности результатов расчетов теплогидравлических характеристик с помощью поячейковых кодов.

Комплексный анализ результатов экспериментальных и расчетных исследований позволил выявить наиболее проблемные области твэльного пучка топливной кассеты, а именно это периферия и район трубы центрального вытеснителя, в выделенных областях может наступать кризис теплообмена и нарушаться безопасность работы активной зоны. Для решения выделенной проблемы было предложено заменить пластинчатые ДР на перемешивающие дистанционирующие решетки.

Результаты экспериментов могут быть использованы при инженерном обосновании конструктивных решений при проектировании активных зон реакторов типа РИТМ.

УДК 621.039

ДИДЕНКО Д.В., НИКАНОРОВ О.Л., РОГОЖКИН С.А.

## **РАЗРАБОТКА РАСЧЁТНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРЁХМЕРНОГО ТЕЧЕНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В РЕАКТОРЕ ТИПА ВТГР**

АО «Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И. Африкантова»

Одним из перспективных направлений в АО «ОКБМ Африкантов» в настоящее время является разработка технического проекта реакторной установки с высокотемпературным газоохлаждаемым реактором (РУ ВТГР), которая входит в состав атомной энерготехнологической станции (АЭС) с химико-технологической частью для производства водорода. Основным компонентом АЭС с РУ ВТГР является реактор, в котором осуществляется управляемая цепная ядерная реакция деления в целях выработки высокопотенциальной тепловой энергии, с последующей её передачей в химико-технологическую часть. При разработке проекта решается задача расчётного обоснования теплогидравлических характеристик ВТГР.

Для расчётного исследования трёхмерного течения теплоносителя в реакторе и обоснования его теплогидравлических характеристик была разработана расчётная модель реактора на базе российского программного комплекса (ПК) вычислительной аэрогидродинамики FlowVision. ПК FlowVision предназначен для численного моделирования трёхмерных ламинарных и турбулентных, стационарных и нестационарных изотермических и неизотермических течений жидкости и газа. Трёхмерная расчётная модель реактора представляла собой его проточную часть и включала в себя активную зону (в упрощённой постановке), нижний сборный коллектор, горячий газоход, подъёмные каналы, верхний сборный коллектор и нижние опорные конструкции. Модель позволяла учесть подогрев теплоносителя в активной зоне.

Основная проблема расчётного исследования теплогидравлических процессов, происходящих в ВТГР, связана с моделированием сложной геометрии активной зоны, состоящей из нескольких десятков колонн гексагональных призматических тепловыделяющих сборок, в которых размещены топливные компакты и выполнены каналы для прохода теплоносителя. Также необходимо учитывать перераспределение потока теплоносителя между каналами охлаждения и вертикальными зазорами между гранями призматических тепловыделяющих сборок. Для оптимизации времени расчёта и затрачиваемых вычислительных ресурсов основной модели реактора была создана вспомогательная трёхмерная расчётная модель активной зоны реактора, которая представляла собой фрагмент графитовой кладки (три колонны, выполненные секторами по  $120^\circ$ ). Данная модель позволила определить теплогидравлические характеристики активной зоны для дальнейшего их применения в расчётной модели реактора.

По результатам численного моделирования трёхмерного течения теплоносителя в проточной части реактора при его работе в номинальном режиме получены основные теплогидравлические характеристики в контрольных сечениях расчётной модели, а также величины гидравлических сопротивлений отдельных элементов проточной части и реактора в целом. Анализ картины течения, величин скоростей и давлений в проточной части позволил подтвердить заложенные конструктивные решения и наметить пути оптимизации конструкции в части улучшения теплогидравлических характеристик ВТГР.

УДК 621.039

ЕРМОЛЕНКО Е.Д., АНДРЕЕВ В.В., БАТЯНОВ А.С.

## **АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДЕТЕКТОРОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для изучения свойств и характеристик элементарных частиц, ядер атомов, ионизирующего излучения используют устройства, называемые детекторами. Выделяют три группы детекторов: трековые, счетчики и интегральные приборы.

Трековые детекторы регистрируют следы (треки) частиц, проходящих через детектор. Принцип действия основан на том, что заряженные частицы ионизируют рабочее вещество детектора вдоль траектории своего движения. К таким детекторам относят камеру Вильсона, пузырьковую камеру, ядерные фотоэмульсии, искровые камеры.

К счетчикам и интегральным устройствам относят счетчик Гейгера-Мюллера и сцинтилляционный счетчик. Эта группа устройств предназначена для счета частиц.

Функционально к ядерным фотоэмульсиям (трековые детекторы) относят диэлектрические детекторы. Принцип регистрации такими детекторами аналогичен фотоэмульсиям: заряженная частица оставляет дефекты (треки) в материале вдоль траектории своего движения. Визуализируют треки путем химического травления детектора. В результате интенсивного взаимодействия травящего агента с дефектами (треками) на детекторе образуются конусы травления диаметром в десятки и сотни мкм, что позволяет наблюдать их под микроскопом. Размеры и форма образованных ямок позволяет делать выводы о заряде, энергии и направлении движения частицы. [1]

Диэлектрические детекторы имеют высокую эффективность регистрации и низкий уровень фона, они не чувствительны к свету,  $\alpha$ -частицам и  $\gamma$ -излучению. Выбор материала детектора зависит от цели исследования. Например, для измерения эффективных сечений деления некоторых изотопов под действием быстрых нейтронов используют пластинки из силикатного стекла. Для определения радона и продуктов его распада используют поликарбонатные и нитроцеллюлозные пленки, которые чувствительны к  $\alpha$ -излучению. В качестве трековых детекторов используют и другие материалы, которые отличаются между

собой по свойствам, условиям травления, пороговой чувствительностью, эффективностью регистрации и т.д.

Целью исследования является сбор и анализ данных о существующих диэлектрических детекторах для дальнейшей классификации, определения основных преимуществ и недостатков применяемых материалов.

Диэлектрические детекторы можно разделить на три категории: минералы и кристаллы, стекла и пластики. Среди минералов и кристаллов в качестве детекторов используют оливин, циркон, кварц, слюду. Стекла используют силикатные и фосфатные. А среди пластиков выделяют поликарбонатные пластики, полиэтилентерафталат, нитроцеллюлозу и др. Основными характеристиками трековых детекторов являются эффективность регистрации, пороговая чувствительность, фон детектора, условия травления, применение, доступность и др. [2] Для каждого материала определены основные преимущества и недостатки. Выполненный анализ позволяет перейти к следующему шагу исследования – поиску и апробации новых материалов трековых детекторов.

### *Библиографический список*

1. **Дюрани, С.** Твердотельные ядерные детекторы. Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1990. 264 с
2. **Николаев, В.А.** Твердотельные трековые детекторы в радиационных исследованиях. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. С. 283.

УДК 621.039

ЕРМОЛЕНКО Е.Д., АНДРЕЕВ В.В., ИЛЬИН П.О.

## **СРАВНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОЛИМЕРОВ С ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ЭТАЛОННЫХ ТРЕКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Твердотельные трековые детекторы (ТТД) получили свое распространение в начале 60х годов. В отличие от фотометода, который был хорошо развит к тому моменту, метод ТТД основан на эффекте образования треков в диэлектрических твердых материалах. Особенности, присущие этому методу, обеспечили ему новые применения во многих лабораториях мира. Первоначально широкое распространение получили натрий-силикатные стекла. Такой детектор был общедоступен, прост в эксплуатации, стоек к высоким температурам, ударам, вибрациям и т.д. Благодаря этим свойствам трековые детекторы использовались для различных целей: для измерения периодов полураспада спонтанного деления, сечений деления, угловых распределений осколков деления различных радионуклидов и т.д. В результате интенсивного изучения процесса образования треков в диэлектриках в практике стали использовать и другие типы твердотельных трековых детекторов – стекла, минералы, полимеры. [1] При этом каждый из перечисленных типов ТТД обладает как достоинствами, так и недостатками.

Ранее было проведено исследование, целью которого являлся поиск новых материалов, теоретически способных выполнять функции трековых детекторов. Поиск проводился среди полимеров, так как в сравнении с другими типами ТТД пластики обладают рядом преимуществ. В результате отобран ряд промышленных полимеров, которые теоретически обладают необходимыми свойствами трековых детекторов, являются легкодоступными, стойкими и пластичными.

Целью данного исследования является изучение функциональности промышленных полимеров как трековых детекторов путем сравнения основных характеристик отобранных пластиков с характеристиками эталонных детекторов.

К основным характеристикам трековых детекторов относятся эффективность регистрации, пороговая чувствительность, фон детектора, доступность и т.д. Для каждого из отобранных полимеров с помощью микроскопа произведена первичная оценка собственного фона образцов. Фон детектора является наиболее критическим фактором для метрологического применения ТТД. [2] Такой анализ позволил исключить из списка отобранных пластиков некоторые полимеры. Например, полипропилен обладает достаточно высокой температурой плавления и разложения, стойкостью, доступностью, но имеет неравномерную толщину, большое количество ямок на поверхности и внутренние дефекты (пузырьки воздуха, потемнения), что делает его непригодным для дальнейшего исследования. После этого для каждого образца определена пороговая чувствительность – для каждого ТТД определяется самая легкая частица, которая регистрируется детектором. Заключительным этапом является определение эффективности регистрации отобранных полимеров. Каждый образец облучается контрольным источником (выбор источника зависит от пороговой чувствительности образца) и подвергается химическому травлению (травящие агенты также зависят от материала образца). Процесс химического травления позволяет наблюдать треки (в случае если полимер обладает всеми необходимыми свойствами) в микроскоп. Количество треков на единичной поверхности образца делает возможной оценку эффективности регистрации такого детектора путем сравнения с количеством треков на аналогичном по площади участке поверхности эталонного детектора.

#### *Библиографический список*

1. **В.А. Николаев** Твердотельные трековые детекторы и их применения; ФГУП «НПО «Радиевый институт им. В. Г. Хлопина», Санкт-Петербург, 1997. –260–265с.
2. **Spurny F.** Dosimetry of Neutrons and High Energy Particles with Nuclear Track Detectors // Radiation Measurements. 1995. V. 25. P. 429.

УДК 621.039

ЕРМОЛЕНКО Е.Д., АНДРЕЕВ В.В., ГРИШИН Д.М.

### **АПРОБАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОЛИМЕРОВ В КАЧЕСТВЕ ТРЕКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Трековый детектор – это устройство, способное фиксировать траекторию движения (треки) элементарных частиц, осколков деления и т.д. В зависимости от детектора треки могут быть в виде капелек жидкости, пузырьков в жидкости, электрических пробоев в местах, где прошла частица, центров проявления, следов структурных повреждений. [1] В диэлектрических детекторах заряженные частицы при прохождении через детектор расходуют часть своей энергии на ионизацию и возбуждение атомов среды, что приводит к макроскопическим эффектам, позволяющим регистрировать заряженные частицы. [2] Частицы разрушают структуру материала детектора вдоль своей траектории и, таким образом, оставляют след (трек). Во время последующего процесса химического травления травящее вещество наиболее активно взаимодействует с дефектами (треками) на детекторе и это делает возможным последующее обнаружение треков с помощью микроскопа.

Так как каждый применяемый на практике трековый детектор обладает как достоинствами, так и недостатками, это накладывает ограничения на их функциональность и

применение. Например, аллилдигликолькарбонат обладает высокой чувствительностью к протонам в широком диапазоне энергий, является прозрачным и однородным, что важно при исследовании детектора под микроскопом. Но в сравнении с полиэтилентерефталатом этот пластик обладает более высоким собственным фоном (повреждения на поверхности детектора, внутренние дефекты), является более чувствительным к внешним условиям, к фоновому гамма-излучению, при производстве этого пластика так же возникают некоторые трудности.

Целью исследования является поиск и апробация таких материалов, которые теоретически способны выполнять функции трековых детекторов в методах дендрорадиографии и не имеющих значимых недостатков.

Так как широкое распространение среди детекторов получили именно пластики, в силу большей пороговой чувствительности и простоты эксплуатации, в сравнении с кристаллами и стеклами, которые требуют первоначальной подготовки перед использованием, то поиск материалов проводился именно в этой категории. В соответствии с выдвинутыми требованиям (химический состав материала, доступность, диэлектрические свойства и др.) отобран ряд полимеров: линейный полиэтилен высокого давления (ПВД), полиамид-полиэтилен, фторопласт (фторсодержащий полимер) и др. Все отобранные полимеры обладают необходимыми требованиями и теоретически способны выполнять функции трековых детекторов. Соответствие отобранных полимеров выдвинутым требованиям исследуемого метода дендрорадиографии позволяет перейти к практической проверке функциональности этих материалов.

#### *Библиографический список*

1. Пустынский Л.Н. Детекторы ядерных излучений. Учебное пособие по курсу «Ядерная и нейтронная физика». – Обнинск: ИАТЭ, -С. 25.
2. Кашковский В.В. Специальный физический практикум: учебное пособие / В.В. Кашковский; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – С. 404.

УДК 629.5

ИСАЕВА С.В., ШМЕЛЕВ И.В., САЛЬНИКОВА Н.А., РОСЛАЯ М.К.

### **ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОПЭБ С РУ РИТМ-200М ПО МЕТОДОЛОГИИ ИНПРО В ОБЛАСТИ ЭКОНОМИКИ**

АО «ОКБМ Африкантов»

Современный мир напрямую зависит от энергоснабжения. Необходимость в недорогостоящей и чистой энергии – это одна из целей преобразования нашей планеты, принятая всеми государствами – членами ООН в 2015 году в рамках Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года [1].

Для оценки устойчивости любой ядерной энергетической системы (ЯЭС) в рамках Международного проекта МАГАТЭ по инновационным ядерным энергетическим реакторам и топливным циклам (INPRO) была разработана методология INPRO. Она охватывает семь различных областей, включая экономику, инфраструктуру, безопасность, управление отходами, окружающую среду, физическую защиту и устойчивость к распространению.

В настоящей работе устойчивость в области экономики ЯЭС была оценена на примере оптимизированного атомного плавучего энергоблока (ОПЭБ) с использованием методологии INPRO. ОПЭБ – автономный энергетический объект с двумя модернизированными реакторными установками РИТМ-200М [2].



Гибкость и маневренность ОПЭБ позволяет удовлетворить потребность в электроэнергии для широкого круга пользователей, включая обеспечение электроэнергией развивающихся удаленных от центральных сетей регионов, которые, как правило, представляют стратегическую ценность по сосредоточению запасов полезных ископаемых.

Однако, чем выше установленная мощность энергоблока – тем выгоднее выработка единицы электроэнергии. В таком ключе экономическое обоснование строительства ОПЭБ может иметь решающее значение при выборе источника энергоснабжения для стратегических районов. В этой связи исследование инструментов и методов оценки экономической устойчивости и привлекательности энергетической системы является актуальной задачей.

В настоящем исследовании для оценки одного из четырех требований в области экономики ИНПРО – стоимость энергии – использовался расчетный инструмент МАГАТЭ Nuclear Economics Support Tool (NEST), который преобразует технические и экономические исходные данные в стандартные показатели, используемые в экономике. При этом оценка стоимости энергии проводилась на основе данных АО «ОКБМ Африкантов».

По результатам использования инструмента NEST проведен анализ преимуществ и недостатков данной программы для оценки экономической устойчивости энергетических систем. Описаны основные возможности инструмента и наглядность полученных результатов, а также потенциальные пробелы, которые появляются при оценке чувствительности показателей к сценарию использования ЯЭС. Проведенное исследование демонстрирует новый перспективный подход к оценке ядерных энергетических систем и призвано интегрировать новые методы оценки устойчивости ЯЭС в процесс технико-экономического анализа.

### *Библиографический список*

1. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН 25.09.2015 A/RES/70/1 «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года»;
2. **Петрунин, В.В.** Плавающие энергоблоки с РУ РИТМ-200М / В.В. Петрунин [и др.] // Вопросы атомной науки и техники. – 2019. – № 1 – С. 91-96

УДК 621.039

КОКШАЙСКИЙ А.Д., ВОЛКОВ Н.С., БОКОВА Т.А., БОКОВ П.А.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ НАПОРНО-РАСХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСЕВОГО НАСОСА, ПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО ТЖМТ, ОТ ИЗМЕНЕНИЯ УГЛА ВЫХОДА ОТНОСИТЕЛЬНО УГЛА УСТАНОВКИ ЛОПАТКИ КОЛЕСА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На данный момент опыта проектирования и эксплуатации осевых насосов, предназначенных для перекачивания высокотемпературного свинцового теплоносителя, недостаточно. Суть существующих методик расчета проточных частей насосов, перекачивающих ТЖМТ, заключается в использовании полученных для водяного теплоносителя зависимостей с введением поправочных коэффициентов. Ввиду существенных различий природных свойств свинцового и водяного теплоносителей, такой подход неприменим при проектировании проточных частей насосов для свинцового теплоносителя. Поэтому необходимо осуществлять разработку моделей проточных частей насосов и осуществлять их отработку в среде высокотемпературного свинца.

В НГТУ проводились работы, направленные на разработку оптимальной конструкции рабочего колеса осевого насоса, перекачивающего высокотемпературный свинцовый

теплоноситель циркуляционного стенда ФТ-4 НГТУ, а также была разработана методика экспериментальной отработки предлагаемых вариантов моделей осевых колес для перекачки ТЖМТ. В том числе были проведены экспериментальные работы по определению напорно-расходных характеристик от изменения угла выхода относительно угла установки лопасти колеса.

Экспериментальные исследования производились на стенде ФТ-4 НГТУ в среде высокотемпературного свинца при температуре от 400 до 500 °С. Особенностью модели исследуемой проточной части является устройство поворота лопастей, позволяющее изменять угол установки лопастей колеса без необходимости извлечения насоса из контура экспериментального стенда. В результате исследований проточной части насоса осевого типа с поворотными лопастями были получены напорно-расходные характеристики при углах выхода, измененных на -4, 4 и 8° относительно угла установки для углов поворота лопастей 16, 20, 24, 28° и 32° при частотах вращения вала 600, 700, 800, 900, 1000 об/мин. Также в результате экспериментальных исследований были получены зависимости КПД от частоты вращения вала при тех же условиях.

В ходе анализа полученных зависимостей был сделан вывод о том, что наиболее оптимальными вариантами для конструкции проточной части являются комбинации угла установки 16° и 20° при изменении угла входа на +8°.

В дальнейшем экспериментальные и расчетно-теоретические исследования будут продолжены. На основе результатов этих исследований станет возможным совершенствование существующих методик расчета и проектирования осевых насосов, предназначенных для перекачивания высокотемпературного свинцового теплоносителя. Полученные в ходе экспериментальных исследований результаты будут использованы при дальнейшей разработке обоснованной методики проектирования лопастных систем.

### ***Библиографический список***

1. **Безносков, А.В.** Тяжелые жидкометаллические теплоносители в атомной энергетике / А.В. Безносков, Ю.Г. Драгунов, В.И. Рачков. – М.: ИздАТ, 2006. – 370 с.: ил.
2. **Боков, П.А.** Исследование условий возникновения и характеристик кавитации в главных циркуляционных насосах реакторов на быстрых нейтронах, охлаждаемых ТЖМТ: /, 2015г. – 177с.

УДК 621.039

РОЗОРЕНОВА А.А., ТЮРИНА Д.А.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕЙТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СИЛИКАТНОЕ СТЕКЛО**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Стекло представляет собой неорганический прочный, но очень хрупкий, при комнатной температуре, материал. Если стекло подвергнуть механической нагрузке, то из-за одной единственной микроскопической трещинки стекло рассыпается на осколки. Затянуться, рассосаться само собой механическое повреждение не сможет. Повреждения в материалах можно создавать не только механически, но и радиационно, с помощью облучения пучками ионов, электронов или электромагнитных волн [1]. Характер этих повреждений зависит от типа материала и параметров облучения. Стабильные дефекты сетки стекла возникают при воздействии интенсивной радиации. Исследования структурных нарушений свидетельствуют о высокой радиационной стойкости материала. Под действием потоков быстрых нейтронов и электронов, мощного рентгеновского и гамма-излучения образуются

преимущественно точечные дефекты. Цель исследования - рассмотрение способности силикатного стекла восстанавливать свою структуру после облучения нейтронами. Современные потребности ядерной энергетики, радиационного материаловедения, а также развитие элементной базы электронно-оптических приборов и систем, работающих в интенсивных радиационных полях, определяют актуальность изучения свойств, динамики формирования и энергетического строения стабильных и короткоживущих дефектов в матрице объекта. Так же выявленные свойства могут быть использованы в разработке материалов защиты для радиационных отходов и материалов. При облучении нейтронным потоком силикатное стекло способно ликвидировать повреждения при определенной пропорции различных компонентов, входящих в его состав. Измерения показывают, что ионы кальция мигрируют за время облучения, а после окончания облучения, возвращаются обратно в процессе восстановления. Внутри облучаемой области атомы кислорода, которые ранее были связаны с кальцием, становятся свободными и связываются друг с другом, образуя молекулярный кислород  $O_2$ . Этот процесс затрагивает также и остальные компоненты, разрушая связи Al-O и Si-O, то есть полностью меняя структуру стекла. Однако как только ионы кальция возвращаются, кислород вновь соединяется с ними, полностью восстанавливая исходную структуру. Измерения потерь энергии нейтронов показывают, что стекло полностью возвращается к исходному композиционному и структурному состоянию, что указывает на то, что стекло находится в глубоком термодинамическом минимуме энергии. Учебно-исследовательский комплекс «Нейтронный конвертер» (НК) на кафедре ЯРиЭУ НГТУ им. Р.Е. Алексеева позволяет проводить экспериментальное изучение закономерностей распределения потоков нейтронов и воздействие нейтронного излучения на различные материалы и объекты [2]. Основными исходными данными для проведения исследования являются: мощность; спектр Pu-Be источников, размещенных в конвертере; геометрия установки; ядерные концентрации материалов.

### *Библиографический список*

1. Full Recovery of Electron Damage in Glass at Ambient Temperatures. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/6981899\\_Full\\_Recovery\\_of\\_Electron\\_Damage\\_in\\_Glass\\_at\\_Ambient\\_Temperatures](https://www.researchgate.net/publication/6981899_Full_Recovery_of_Electron_Damage_in_Glass_at_Ambient_Temperatures)
2. Расчетно-теоретическое обоснование конструкции нейтронного конвертера. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/raschyotno-teoreticheskoe-obosnovanie-konstruktsii-neytronnogo-konvertera/viewer>

УДК 621.039

САМОЙЛОВ А.М., БЛОХИН А.А., САТАЕВ А.А., АНДРЕЕВ В.В.

### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЛАПЛАСА И ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основные параметры, представляющие интерес для анализа неустойчивости гидродинамической системы — это перепад давления по каналу и скорость на входе. Существенным моментом анализа является исследование того, могут ли возникать колебания скорости и на входе в канал, если нет колебаний давления. В качестве объекта исследования рассмотрим канал или группу парогенерирующих каналов ядерной энергетической установки.

Плотность и скорость теплоносителя изменяются по длине парогенерирующего канала заметно. Плотность имеет самое высокое значение на входе, а скорость самая высокая на выходе. Малое возмущение скорости на входе должно изменять все распределение, однако некоторые параметры (например, скорость на однофазном (экономайзерном) участке) изменяются почти мгновенно, в то время как другие (например, скорость на выходе из перегревателя) имеют ощутимое отставание по фазе. Анализ этой проблемы требует четкого определения всех факторов, которые оказывают влияние на перепад давления, и оценки соотношений между фазами и амплитудами. Существует несколько возможных путей достижения этого. Наиболее эффективным методом является линеаризация гидродинамических уравнений сохранения массы, импульса и энергии и решение их с помощью преобразования Лапласа [1]. Такой подход позволяет использовать принцип обратной связи.

$$F(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} \cdot f(t) \cdot dt$$

здесь  $F(s)$  - преобразованная функция;  $S$  – переменная Лапласа;  $f(t)$  – оригинал функции преобразования;  $t$  – переменная, относительно которой ведётся преобразование

Один метод описания системы, который представляет интерес из-за простой физической интерпретации, состоит в выделении контура обратной связи, в котором изменение приложенного перепада давления производит изменения скорости и плотности, обусловленные вначале сопротивлением только вследствие инерционных эффектов (сил). Когда скорость и плотность изменяются, они вызывают эффекты обратной связи. Однако в этой схеме существуют трудности интерпретации, особенно при нулевой частоте, поскольку инерционные члены в этом случае имеют нулевую амплитуду. Имеется более сложный метод, но в то же время более удобный. Считается, что изменение перепада давления определяется увеличением скорости однофазного потока с учетом инерционного сопротивления и трения, а влияние движения границы закипания, двухфазной области, области перегрева на перепад давления учитывается в форме обратной связи.

Данный метод представляется удобным и с той точки зрения, что помимо теплогидравлических процессов позволяет включать в систему и нейтронно физические характеристики для определения передаточных характеристик реакторной установки. В этом случае достаточно просто ввести в систему в виде отрицательной обратной связи коэффициенты реактивности по температуре и мощности и затем оценить устойчивость всей системы [2].

### ***Библиографический список***

1. **Свешников, А.Г.** Теория функций комплексной переменной / А.Г. Свешникова, А.Н. Тихонов. // - 4-е изд. - М.: Наука, 1967. - 304 с.
2. **Мельников, В.И.** Динамические процессы при регулировании ЯЭУ: учебное пособие / В.И. Мельников; – Нижний Новгород, Горьков. политехн. инст, 1987. – 87 с.

УДК 621.039

САМОЙЛОВ А.М., БЛОХИН А.А., САТАЕВ А.А., АНДРЕЕВ В.В.

## **ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ В КОНТУРЕ ЦИРКУЛЯЦИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для любой системы определяющим критерием работоспособности является устойчивость при различных режимах её работы. В частности, для теплогидравлических контуров вопросы устойчивого режима течения и отсутствия кризиса теплообмена являются

определяющими при разработке оборудования. В настоящее время нет комплексной теории исследования гидродинамической неустойчивости, так как большинство исследований проводились на различных параметрах и установках, причём не все экспериментальные результаты, имеющиеся на данный момент, коррелируют друг с другом [1].

Выделяют два основных типа неустойчивости: «отклонение потока», когда движущий напор изменяется от одного уровня до другого и «колебания потока», когда движущий напор непрерывно изменяется во времени. В случае, когда происходит отклонение, может возникнуть кризис теплообмена, что влечёт за собой опасность пережечь участок теплообменной поверхности ввиду увеличения температуры стенки. В случае колебания потока происходят процессы, идентичные отклонению, однако помимо изложенного в материалах теплообменника (обычно это стали) возникают термоциклические нагрузки, что в конечном итоге приводит к термической усталости и интенсивной коррозии.

В лаборатории теплогидравлики кафедры «Ядерные реакторы и энергетические установки» находится стенд с естественной циркуляцией теплоносителя. Установка представляет собой замкнутый контур, состоящий из однетрубного нагревательного участка и однетрубного холодильника. Также стенд имеет возможность совершать колебания, моделируя поведение судовых установок в море.

Целью работы являлось выявление влияния внешних динамических сил и переходных процессов на гидродинамическую неустойчивость в контуре с естественной циркуляцией. На рисунке даже представлен процесс развития естественной циркуляции в виде графиков зависимости подогрева и охлаждения от времени.

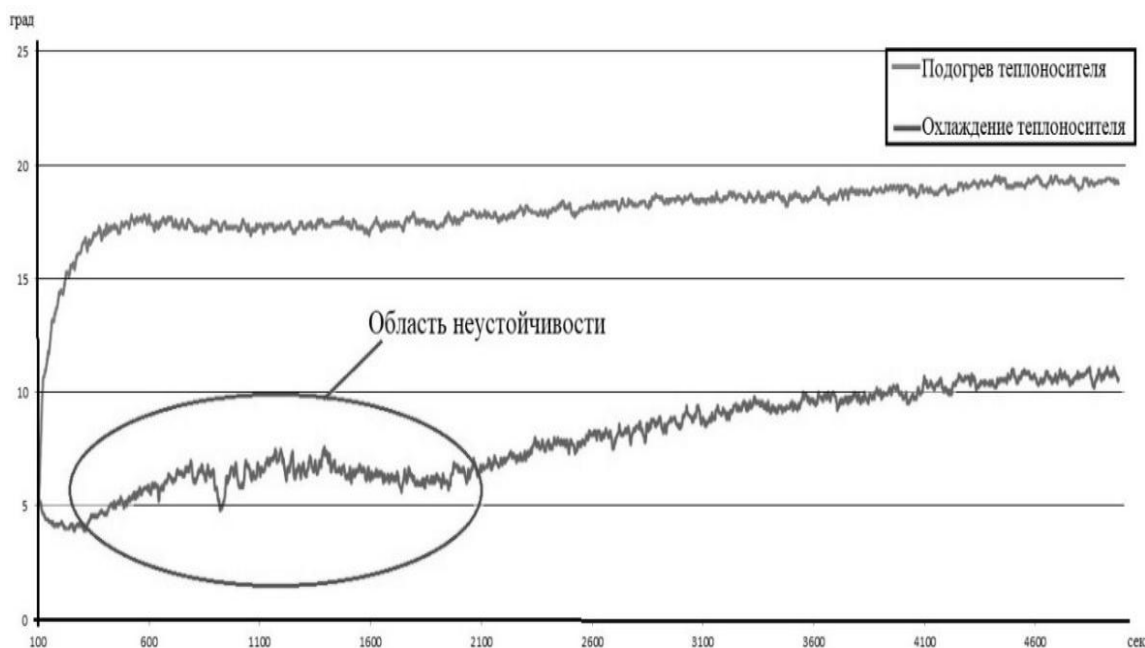


Рис. 1. Зависимость подогрева и охлаждения теплоносителя от времени

На участке охлаждения прослеживается отклонение функции от экспоненциального закона (такой вид функции имеет место в статических режимах). В этой области (области неустойчивости) ухудшаются теплопередающие свойства, вызванные снижением расхода и его осцилляциями в результате действия внешних динамических сил.

1. Баттерворс, Д. Теплопередача в двухфазном потоке / Д. Баттерворс, Г. Хьюитт // - 2-е изд. - М.: Энергия, 1980. - 328 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНТУРА С ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Расчеты парогенераторов устанавливают характер изменения различных параметров при переменных режимах работы установки. Наибольший интерес представляют изменения в условиях работы парогенератора, которые будут происходить при изменении тепловой мощности установки. Параметры, которые характеризуют работу парогенератора на различных установившихся нагрузках, называются статическими характеристиками установки. Статическую характеристику можно построить экспериментально, если подавать на вход объекта постоянные воздействия и замерять выходную переменную после окончания переходного процесса.

Изменение тепловой мощности установки может осуществляться при различных закономерностях изменения характерных температур теплоносителя. Постоянные времени - это характеристика сосредоточенного системного анализа (метод анализа сосредоточенной мощности) для тепловых систем, который используется, когда объекты равномерно охлаждаются или нагреваются под влиянием конвективного охлаждения или нагревания. Постоянная времени также используется для частотной характеристики различных систем обработки сигналов - магнитных лент, радиопередатчиков и приемников, оборудования для записи и воспроизведения, а также цифровых фильтров.

В лаборатории НГТУ им. Р.Е. Алексеева на базе кафедры "Ядерные реакторы и энергетические установки" используется стенд с естественной циркуляцией теплоносителя. Нами была проделана работа, в ходе которой мы смогли установить зависимость между постоянной времени и мощностью, подаваемой на установку в диапазоне от 1 до 3,5 кВт с шагом в 0,5 кВт. По результатам экспериментов было выявлено, что при увеличении подаваемой мощности постоянная времени плавно увеличивается от 1 до 2 кВт, после чего также плавно движется на спад. Это обусловлено структурой течения потока, в ламинарной зоне переходные процессы протекают дольше с ростом мощности. При переходе в турбулентное течение скорость протекания переходных процессов увеличивается при увеличении подаваемой мощности.

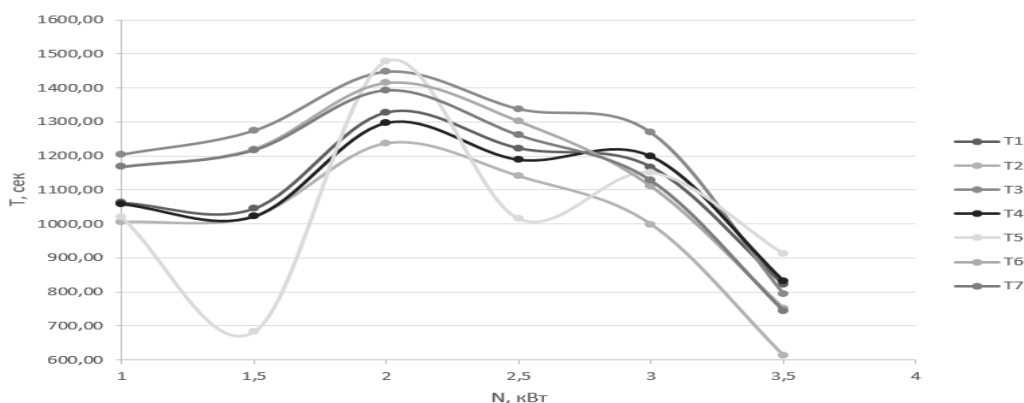


Рис. 1. График зависимости постоянной времени от мощности

1. Терентьев, В.Д. Основы тепловых и гидравлических расчетов судовых ядерных реакторов и парогенераторов / В. Д. Терентьев - Издательство «Судостроение», 1967. – с.208

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ ТЕЧЕНИЯ ТЕПЛОСИТЕЛЯ В АКТИВНОЙ ЗОНЕ РЕАКТОРА ВВЭР**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В АО «ОКБМ Африкантов» и других отечественных проектных организациях ведутся активные работы по увеличению максимально допустимой мощности реактора для увеличения выработки электроэнергии. Решение указанных задач невозможно без детального изучения процесса поперечного перетекания и перемешивания теплоносителя между соседними ТВС.

Целью работы является экспериментальное и расчетное исследование гидродинамических особенностей течения теплоносителя в активной зоне реактора ВВЭР.

Для достижения цели была проведена серия экспериментов на исследовательском аэродинамическом стенде [3, 4]. В данных экспериментах течение водяного теплоносителя моделировалось потоком воздуха на основе теории гидродинамического подобия.

Течение потока теплоносителя изучалось в каналах модели шестигранной формы, в продольном и поперечном сечениях геометрически подобных фрагментам штатного твэльного пучка смешанной и однородной активной зоны. В экспериментальном канале размещены пучок твэлов, имитаторы уголков жесткости, а также макеты дистанционирующих решеток, решеток-интенсификаторов и комбинированных дистанционирующих решеток, снабженных дефлекторами, расположенными по двум схемам ориентации.

Измерение поля давлений в потоке воздуха проводилось пятиканальным пневмометрическим датчиком [5]. Затем, из поля давлений определялась величина и направление вектора скорости потока на основе предварительно полученных тарировочных данных.

Экспериментальные исследования позволили выявить основные закономерности формирования течения потока в смешанной активной зоне и определить:

- интенсивность поперечных течений теплоносителя между смежными ТВСА-Т различной конструкции;
- области образования поперечных течений по длине пучка твэлов;
- глубину распространения поперечных течений в сечении каждой из соседних тепловыделяющих сборок;
- зависимость локализации и интенсивности поперечных потоков от схемы взаимного расположения решеток;
- выявлены эффекты нарастания и ослабления поперечных течений по длине пучка твэлов смешанной активной зоны;
- определено влияние поперечных течений на перераспределение аксиального потока через смежные ТВСА-Т различной конструкции.

Результаты экспериментов используются в разработке современных методик обоснования теплотехнической надежности активных зон реакторов ВВЭР сотрудниками АО «ОКБМ Африкантов» в инженерной практике.

### *Библиографический список*

1. **Дмитриев, С.М.** Основное оборудование АЭС с корпусными реакторами на тепловых нейтронах / С.М. Дмитриев [и.т.д.] – М.: Машиностроение. – 2013.
2. **Баринов, А.А.** К вопросу о методологии обоснования теплотехнической надежности активных зон водяных энергетических реакторов / А.А. Баринов и др. // Атомная энергия. – 2016.–Т. 120. Вып. 5. – С. 270–275.
3. **Бородин, С.С.** Экспериментальные исследования гидродинамических и массообменных характеристик потока теплоносителя в ТВСА ВВЭР / С.С. Бородин и др. // Атомная энергия. – 2012. – Т. 113. – Вып. 5. – С. 252-257.
4. **Варенцов, А.В.** Расчетно-экспериментальные исследования локальной гидродинамики и массообмена потока теплоносителя в ТВС-Квадрат реакторов PWR с перемешивающими решетками / А.В. Варенцов [и др.] // Теплоэнергетика. – 2014. - №8. – С. 20-27.
5. **Дмитриев, С.М.** Применение многоканального пневмометрического зонда для исследования профиля скорости теплоносителя в моделях топливных кассет ядерных реакторов / С.М. Дмитриев [и др.] // Приборы и методы измерений. – 2015 – Т. 6. – Вып. 2. – С. 188–195.



УДК 621.396

АНДРЕЯНОВ М.В., МАЛАХОВ В.А., РАЕВСКИЙ А.С.

### ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ СВЯЗИ С ПРИЁМО-ПЕРЕДАЮЩИМ МОДУЛЕМ НА ПЛИС XILINX

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие инфраструктуры инфокоммуникационных сетей, назначением которых является высокоскоростная передача данных, требует внедрения новых разработок и модернизацию старых систем. Для их отладки и тестирования выгодно иметь приемопередающий модуль, который может программно настраиваться для различных задач, не требуя принципиального изменения аппаратной части.

В докладе рассмотрено создание приемопередающего блока для волоконно-оптической линии связи, задача которого заключается в формировании, обработке и приемопередаче информационных сигналов. Целью этого блока является сопряжение аналоговой части системы связи с персональным компьютером (ПК), на котором установлено специальное программное обеспечение (ПО).

Данный блок состоит из отладочной платы, основной частью которой является программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС). ПЛИС служит для создания логической структуры всего приемопередающего модуля. Использование такого устройства предполагает гибкость и вариативность благодаря возможности переконфигурации, в отличие от микросхем на жёсткой логике. Это позволяет проводить модернизацию и тестирования новых способов передачи информации в системе, не прибегая к полной перестройке макета.

В качестве цифрового приемопередающего блока используется отладочная плата VC707 с ПЛИС марки Xilinx, так как она обладает повышенным быстродействием, пропускной способностью в 1 Гбит/с и увеличенным объёмом памяти буфера. Данная плата оборудована разъёмом стандарта SFP/SFP+ (Small Form-Factor Pluggable), что позволяет использовать SFP-модуль имеющий оптический порт, для интегрирования блока в волоконно-оптическую линию связи.

Подключение к ПК осуществляется с помощью интерфейса Ethernet II через отдельный чип Marvell Alaska, поддерживающий только параллельную передачу данных. В связи с этим было создано новое ПО и разработан алгоритм работы ПЛИС.

На передающей стороне работа алгоритма заключается в приёме и преобразовании параллельного кода в последовательный, разбиение его на пакеты и отправки на SFP-модуль, имеющий оптический порт. На приемной стороне полученный сигнал, через SFP-модуль, поступает на ПЛИС для обратного преобразования в параллельный код, который поступит на чип Marvell, и затем по кабелю Ethernet на ПК. Этот алгоритм был создан с помощью интегрированной среды разработки Xilinx Vivado 2014.

- 
1. Малахов, В. А. Цифровой блок приемопередачи для терагерцовой линии связи / В. А. Малахов [и др.] // Ядерные технологии: от исследований к внедрению - 2021: Сборник материалов научно-практической конференции, Нижний Новгород, 16 апреля 2021 г. –

УДК 621.372.54

БАУСОВ В.В., БИРЮКОВ В.В.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ГРЕБЕНЧАТОГО ФИЛЬТРА СВЧ, КВЧ И ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В работе рассматривается модель гребенчатого фильтра в микрополосковом исполнении, позволяющая осуществлять частотно-селективный прием СВЧ сигнала. Построение и исследование модели проводится в САПР HFSS Ansys Designer 8.0. Рабочая модель имеет цепь обратной связи, состоящую из 4-х различных линий задержки, каждая из которых настраивает фильтр на прием определенного сигнала. Оценено отношение сигнал-шум на выходе устройства. Рассмотрены способы реализации данной модели в качестве устройства селективного выделения частот.

Проведен анализ возможности применения устройства в КВЧ диапазоне. Показаны предельно достижимые частоты при использовании микрополосковой технологии.

Рассмотрена возможность реализации гребенчатого фильтра на элементной базе радиофотоники. Построение и исследование модели проводится средствами MATHCAD и в САПР Optiwave. Рабочая модель имеет оптический направленный ответвитель и волоконно-оптическую линию в качестве цепи обратной связи. Проанализированы полученные характеристики.

УДК 621.396

БИСЯРИН М.Н., БИРЮКОВ В.В., КОТЫЛЕВА Е.М., МАЛАХОВ В.А., РАЕВСКИЙ А.С.,  
ЩЕРБАКОВ В.В.

## **АДАПТИВНАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА ДЛЯ АППАРАТУРЫ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для точного определения местоположения движущихся объектов на поверхности Земли разрабатывают специальные системы спутниковой навигации. Эти системы используют сигналы, идущие от спутников ГЛОНАСС и GPS, положение которых на небосклоне описывается в специальных базах данных – альманахах. Однако уровень навигационного сигнала у поверхности Земли существенно ниже уровня собственных шумов приемника. Поэтому для надежной работы аппаратуры спутниковой навигации антенная решетка, расположенная на движущемся объекте, должна осуществлять пространственную селекцию радиочастотных помех. Эта селекция заключается в формировании максимумов диаграммы направленности (ДН) в направлении на навигационные космические аппараты.

В докладе приведен алгоритм формирования максимумов диаграммы направленности, который заключается в расчете амплитудно-фазового распределения плоской квадратной АР по ряду входных параметров: число элементов, направление на спутник в сферической системе координат, связанной с фазовым центром антенной решетки.

Результаты расчета амплитудно-фазового распределения плоской квадратной АР представляются в формате комплексных чисел в показательной форме.

Также в докладе описывается алгоритм визуализации ДН многоэлементной плоской АР. Он заключается в расчете полной ДН плоской АР с использованием теоремы перемножения, которая гласит, что ДН АР может быть представлена в виде произведения ДН одиночного элемента на множитель направленности системы, состоящей из изотропных излучателей, который учитывает число элементов, их способ размещения и амплитудно-фазовое распределение АР. Множитель направленности представляется в виде суммы:

$$F_{\Sigma} = \sum_{n=1}^N I_n \exp(ik(x_n \sin \theta \cos \varphi + y_n \sin \theta \sin \varphi)),$$

где  $n$  – номер элемента АР с координатами  $(x_n; y_n)$ .

Учет направленных свойств одиночного элемента был произведен путем домножения множителя направленности системы на функцию вида:

$$\cos^m \theta,$$

где степенной показатель  $m$  определяется при задании ширины ДН по уровню -3 дБ.

Визуализация осуществляется как для отдельного спутника, так и для всех видимых спутников ГЛОНАСС и GPS в данной точке траектории движущегося объекта, на котором расположена антенная решетка.

Разработанный для адаптивной АР алгоритм пространственной селекции помех путем формирования максимумов диаграммы направленности на навигационные космические аппараты позволит увеличить уровень принимаемых навигационной аппаратурой сигналов от спутников. Также полученные результаты позволят дать рекомендации по расположению антенной решетки на движущемся объекте, чтобы максимальное число спутников попадало в область видимости.

- 
1. **Марков, Г.Т.** Антенны: учебник для студентов радиотехнических специальностей вузов / Г.Т. Марков, Д.М. Сазонов. Изд. 2-е изд. и доп. – М.: «Энергия», 1975. – 528 с.

УДК 621.396

ЗАХАРОВ И.А.

## **СМЕСИТЕЛЬ РАДИОЧАСТОТНЫХ СИГНАЛОВ НА ДВУХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ МОДУЛЯТОРАХ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одна из главных задач радиоэлектроники это разработка приемо-передающей и измерительной аппаратуры, одним из основных узлов которой может являться смеситель частот. В настоящее время наиболее широкое распространение получили смесители частот на базе диодов с барьером Шоттки за счет высокого уровня надежности и низкого уровня шумов. В то же время, перспективными и принципиально новыми являются радиофотонные смесители. Одним из преимуществ такого смесителя перед классическими СВЧ смесителями является более широкая полоса рабочих частот, ограниченная лишь пропускной способностью его оптических компонентов.

В перспективе, использование методов радиофотоники при создании узлов измерительной и приемо-передающей аппаратуры позволит существенно увеличить полосу рабочих частот, повысить помехозащищенность и разрешающую способность, а также уменьшить массогабаритные параметры.

В данном докладе рассматривается пример реализации радиофотонного смесителя радиосигналов на основе двух внешних электрооптических модуляторов на базе интерферометра Маха-Цандера. Приводятся структурные схемы радиофотонных блоков, использованных при экспериментальных исследованиях радиофотонного смесителя. А также

приведены теоретические расчеты спектра на выходе радиофотонного смесителя в оптическом и радиодиапазонах. Найдены зависимости уровня комбинационных составляющих от мощности радиосигналов, поступающих на входы ЭОМ, от напряжений смещения, от мощности оптического излучения. Расчитан уровень комбинационных составляющих в оптическом спектре. Результаты совпали с экспериментальными значениями. Спектральный состав в радиодиапазоне был рассчитан через коэффициент передачи модуляторов и так же совпал с экспериментальными данными.

Для проведения теоретических расчетов использовался спектральный метод анализа и программное обеспечение MatcCAD.

Главным преимуществом полученного смесителя является широкая рабочая полоса частот, ограниченная лишь граничными частотами работы фотодетектора и внешних электрооптических модуляторов. Уровень комбинационных составляющих, полученный экспериментально, обуславливается максимальными мощностями генераторов радиочастотных сигналов.

### ***Библиографический список***

1. **Соколов, С.А.** Системы и устройства на основе радиофотоники применительно к радиолокации / Р. П. Быстров, С.А. Соколов, В. А. Черепенин // Журнал радиоэлектроники ISSN 1684-1719, №6, 2017 г.
2. **Нойкин, Ю. М.** Смеситель / Нойкин Ю. М., Сушилина В.А., Радио Л. П. // Нелинейные твердотельные устройства СВЧ, Ростов-на-Дону 2014, с 3.
3. **Yongsheng, G.** Efficient Photonic Microwave Mixer with Compensation of the Chromatic Dispersion-induced Power Fading / [Yongsheng Gao et al.] // IEEE Journal of Lightwave Technology, DOI 10.1109/JLT.2016.2555925.

УДК 629.05

КОТЫЛЕВА Е.М., БИРЮКОВ В.В.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДАПТИВНОЙ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ (АФАР) ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ НАВИГАЦИОННОГО ПРИЕМНИКА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью данной работы является разработка и программная реализация алгоритма формирования максимума диаграммы направленности (ДН) антенны аппаратуры спутниковой навигации в направлении на спутник.

Разработанная программа осуществляет расчет видимости навигационных космических аппаратов с учетом траектории движения, для заданного момента времени, то есть позволяет определять доступные навигационные космические аппараты в зависимости от их текущего местоположения, угловой ориентации антенной решетки, и местоположения объекта, на котором эта антенная решетка установлена. Программа производит расчёт и визуализацию диаграммы направленности многоэлементной антенной решетки для каждого видимого навигационного космического аппарата.

Полученные в процессе выполнения работы результаты, могут использоваться для создания системы формирования диаграммы направленности антенной решетки, обеспечивающей необходимую пространственную селекцию радиочастотных помех. Реализация алгоритма заключается в преобразовании данных эфемерид спутников ГЛОНАСС и GPS к географическим координатам (долгота и широта) с последующим

перерасчетом их в координатную систему антенной решетки, которая в общем случае перемещается по заданной траектории. Изменением фазового распределения антенной решетки (положение которой известно) добиваются такой диаграммы направленности, чтобы максимум главного лепестка был направлен на видимый спутник.

Использование адаптивной фазированной антенной решетки позволяет также реализовать алгоритм расчета автокомпенсатора помех, позволяющий формировать минимумы ДН АФАР в направлениях на источники помехи, при этом поддерживая одинаковый уровень в остальных направлениях. Этот метод не требует априорной информации об угловом расположении источника полезного сигнала и помех.

УДК 621.396

ЛИСКОВИЧ А.П., МАЛАХОВ В.А., РАЕВСКИЙ А.С.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ ЦИФРОВЫХ ДАННЫХ ПО БЕСПРОВОДНОЙ СУБТЕРАГЕРЦОВОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из тенденций развития современной радиоэлектроники является освоение терагерцового частотного диапазона, занимающего промежуточное положение между хорошо изученными микроволновым и оптическим участками спектра электромагнитного излучения [1]. Перспективным направлением в этой сфере является организация беспроводной связи в данной частотной области [2].

Основной проблемой, при организации беспроводной связи в рассматриваемом диапазоне, заключается в отсутствие технологий и элементной базы для работы в нем. В связи с этим появляется необходимость в разработке узлов для субтерагерцовой частотной области.

В докладе рассмотрена разработка и создание макета беспроводной линии связи субтерагерцового диапазона. Особое внимание уделено организации приемопередачи данных с использованием цифрового модуля, работающего совместно со специальным программным обеспечением. Целью данного блока является сопряжение тракта с приемопередающим оборудованием, под которым следует понимать персональный компьютер (ПК) со специальным программным обеспечением (ПО).

Также в работе приведен обзор существующих на данный момент вариантов терагерцовых линий связи, исследованы характеристики отдельных узлов для непосредственной работы в терагерцовой области частот и проведено математическое и программное моделирование в специальных САПР вида сигнала на всех этапах его формирования.

Разрабатываемый макет состоит из передающей части, включающей в себя источник на 7,333 ГГц, амплитудного модулятора и ряда умножителей для переноса сигнала на 220 ГГц. Также макет имеет приёмную часть, которая предусматривает перенос частоты в область СВЧ методом гетеродинирования, при использовании источника на 7 ГГц и гармонического смесителя с последующим выделением информационного сигнала с помощью амплитудного демодулятора. В качестве излучателей были применены антенны Кассегрена, обладающие высоким коэффициентом усиления.

С целью организации приемопередачи в состав макета был добавлен цифровой блок, который на передающей стороне снабжает тракт информационным сигналом и преобразует его для дальнейшего представления на приёмной стороне. Ключевым элементом данного блока является программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС), которая позволяет проводить модернизацию и тестирования новых способов передачи информации в системе,

не прибегая к полной перестройке макета. Помимо этого, было разработано специальное программное обеспечение (ПО) для взаимодействия с ПЛИС в части обмена данными.

### *Библиографический список*

1. **Исаев, В.М.** Современные радиоэлектронные системы терагерцового диапазона / [В.М. Исаев и др.] // Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь – 2014. – №4 (34). – С. 5-21.
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 621.373

ОЛЬХОВА М.С.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОФОТОННОГО ИСТОЧНИКА РАДИОЧАСТОТНЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Применение радиофотонных устройств в инфокоммуникационных системах обосновано большим количеством преимуществ. К ним можно отнести: повышенное быстродействие, сверхнизкие потери, сверхширокополосность, ограниченную полосу частот фотодиодов и электрооптических модуляторов, устойчивость к электромагнитным наводкам, полную гальваническую развязку, механическую гибкость, малую массу и размеры.

В докладе рассмотрены принципы радиофотонной генерации радиосигналов. Технологической особенностью оптоэлектронных генераторов (ОЭГ) является совокупное использование твердотельных компонентов современной ВЧ и СВЧ оптоэлектроники, волоконных световодов и традиционной элементной базы СВЧ/КВЧ техники.

Приведена методика расчета коэффициента передачи волоконно-оптической линии задержки и спектральной плотности мощности фазовых шумов одноконтурного и двухконтурного генератора, а также математическая модель самовозбуждения прибора.

Для экспериментального исследования прибора был создан макет одно- и двухконтурного ОЭГ с длинами волоконно-оптической линии задержки 1000 м и 30 м. Приведены результаты исследования различных узлов и элементов схемы: волоконно-оптической линии задержки, электрооптического модулятора, радиотехнического тракта. Получены спектры выходного сигнала в случае как одноконтурного, так и двухконтурного ОЭГ.

Также было проведено исследование прибора в изменяющихся температурных условиях. Получена зависимость показателя преломления кварцевого световода от температуры. Результаты такого исследования свидетельствуют о том, что оптоэлектронный генератор может быть использован не только в качестве высокостабильного источника сигнала, но и в качестве температурного датчика.

### *Библиографический список*

1. **Морозов, О.Г.** Системы радиофотоники с амплитудно-фазовым модуляционным преобразованием оптической несущей / О.Г. Морозов, Г.И. Ильин, Г.А. Морозов // Под ред. О.Г. Морозова. – Казань: ООО «Новое знание», 2014. – 192 с.

УДК 621.372.814

РЕДЬКИНА В.А., РАЕВСКАЯ Ю.В.

## РАСЧЁТ ХАРАКТЕРИСТИК КООКСИАЛЬНО-ПОЛОСКОВОГО ПЕРЕХОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последнее время особенно актуальной становится задача создания отечественных САПР для моделирования и расчёта СВЧ- и КВЧ-структур. При их разработке одной из важных проблем является проблема верификации результатов, получаемых с помощью разрабатываемого программного средства. Одним из методов верификации является сравнение результатов, получаемых с помощью разрабатываемого программного средства, с результатами, полученными с помощью других, уже существующих, программных средств.

Целью настоящей работы является моделирование в программном пакете Ansys HFSS одной из базовых тестовых структур СВЧ- и КВЧ-устройств, результаты расчёта которой будут использоваться в будущем для верификации разрабатываемого программного средства расчёта СВЧ- и КВЧ-структур.

Проектируемые СВЧ-микросхемы часто включают в себя СВЧ-разъёмы для соединения с другими модулями, для присоединения передающих трактов (кабелей) и т.д. [1]. Важно иметь малогабаритные высококачественные переходные устройства, т.е. обеспечивающие хорошее согласование, малые потери и надёжное соединение. Одним из переходных устройств, используемых при проектировании устройств СВЧ и КВЧ, является переход с микрополосковой линии (МПЛ) на коаксиальную линию (КЛ) – коаксиально-полосковый переход.

В ходе работы проводилось моделирование в программном пакете Ansys HFSS стыка КЛ и МПЛ с соосным соединением центральных проводников для нескольких вариантов расположения поперечных сечений стыкуемых линий относительно друг друга. КЛ и МПЛ согласовывались по волновым сопротивлениям (в данной работе волновое сопротивление стыкуемых линий должно быть равным стандартному значению 50 Ом). МПЛ имеет размеры экрана 6 мм×7мм, внутри экрана размещалась тонкая полоска шириной 0,23 мм на диэлектрической подложке из поликора с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon = 9,6$ , толщина подложки 0,25 мм. Внутренний проводник КЛ радиусом 0,15 мм соединяется с полоской МПЛ, а внешним проводник КЛ радиусом 0,35 мм с экраном МПЛ [2].

В ходе работы были получены зависимости от частоты параметров  $S_{11}$  – коэффициента отражения и  $S_{12}$  – коэффициента передачи. Также были получены картины распределения электромагнитного поля на различных частотах. Как и ожидалось теоретически, в МПЛ вследствие большой величины диэлектрической проницаемости подложки поле основной волны преимущественно сосредоточено в диэлектрике подложки под полосковым проводником [3]. Это косвенно подтверждает корректность работы модели.

В ходе выполнения работы было выяснено, что сдвиг оси КЛ как вверх относительно полоска МПЛ, так и вниз приводит к росту коэффициента отражения. Был определён оптимальный вариант взаимного расположения стыкуемых линий. Им является вариант, при котором центральный проводник КЛ утоплен в подложке МПЛ, т.е. сдвиг между осями центральных проводников составляет величину порядка 0,06 мм.

## Библиографический список

1. **Бирюков, В.В.** Устройства СВЧ и КВЧ: учеб. пособие: Ч.1 / В.В. Бирюков [и др.] / под ред. Г.И. Шишкова; НГТУ им. Р.Е. Алексева. – Нижний Новгород, 2012. – 220 с.
2. **Майстренко, В.К.** Исследование и расчёт согласующих устройств волноводно-полоскового тракта: дисс. Канд. Техн. наук: 05.12.01. – Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева, Нижний Новгород, 1993. – 167 с.
3. **Белов, Ю.Г.** Микроэлектронные устройства СВЧ: учеб. пособие / [Ю.Г. Белов и др.]; Нижегородский гос. техн. Ун-тет им. Р.Е. Алексева. – Нижний Новгород, 2019. – 130 с.

УДК 621.396

САЛАСЕНКО З.Ю., БУДАРАГИН Р.В.

## ОПТИЧЕСКИЙ ФИЛЬТР НА ОСНОВЕ КАСКАДНЫХ ДЛИННОПЕРИОДНЫХ ВОЛОКОННЫХ РЕШЁТОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Благодаря своим особым характеристикам, длиннопериодные волоконные решетки (ДПВР) получили широкое распространение в волоконно - оптической технике, в том числе в оптических фильтрах [1]. Такие устройства используются для выборочной передачи или блокировки определенных длин волн или диапазонов длин волн в оптических системах. Особый интерес представляют оптические фильтры на основе каскадных ДПВР [2], которые отличаются небольшими размерами, относительной простотой изготовления, малыми вносимыми потерями, а также крайне небольшой интенсивностью отраженного сигнала [3]. Структура решеток показана на рис. 1. Принцип работы ДПВР заключается в том, что часть энергии падающей волны, распространяющейся в сердцевине волокна, перекачивается в моды оболочки на первой ДПВР и затем переходит обратно в моду сердцевины на второй ДПВР.

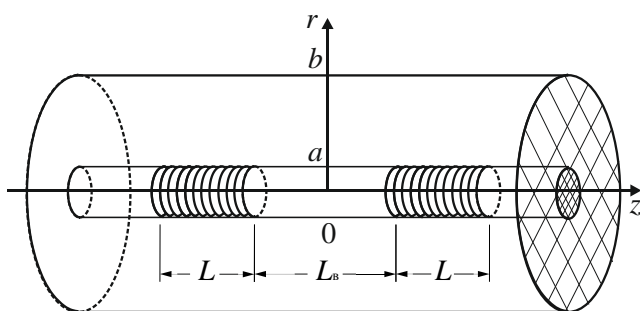


Рис. 1. Каскадная ДПВР

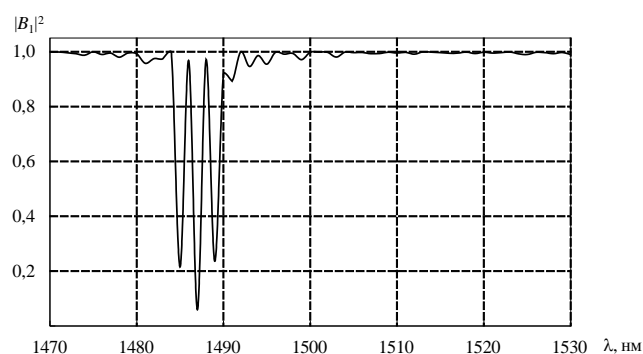


Рис. 2. Спектр пропускания ДПВР с периодом  $T=750$  мкм

В докладе предложен метод расчета каскадных ДПВР показателя преломления сердцевины на основе метода декомпозиции в сочетании с методом частичных областей. Согласно алгоритму, структура представляется в виде каскадного соединения базовых неоднородностей, каждое из которых рассчитывается методом частичных областей. На рис. 2 приведен спектр пропускания рассматриваемой структуры при следующих параметрах: период решетки  $T = 750$  мкм, длина обеих ДПВР по  $L = 3,1125$  см, расстояние между решетками (длина вставки одномодового волокна) составила  $L_в = 18,746$  см. Радиус сердцевины 1,455 мкм, а оболочки – 62,5 мкм. Количество учитываемых волн бралось



равным 10. Наличие узких пиков спектра пропускания делает такую структуру высокочувствительной к различным факторам.

Преимуществом метода является возможность теоретически исследовать влияние на спектральные свойства структуры от диэлектрических и геометрических параметров, а также значительно сэкономить временные ресурсы. Приведены спектры пропускания решеток с различными параметрами периода  $T$ , длины решеток  $L$  и расстояния между решетками  $L_{\text{в}}$ .

#### *Библиографический список*

1. **Васильев, С.А.** Волоконные решетки показателя преломления и их применения / С.А. Васильев [и др.] / Квантовая электроника. – 2005. – № 12. – С.1085–1103.
2. **Чен, К.** Перестраиваемый многополосный оптический фильтр на основе последовательно соединенных длиннопериодных волоконных решеток / С. Чен [и др.] // Письма в ЖТФ, 2005, том 31, вып. 5. – С.76-83.
3. **Vengsarcar, M.** Long period fiber gratings as band rejection filters / [M. Vengsarcar et al.] – Journal of Lightwave Technology. 1996. V.14. – 1.P. с.58-65.

УДК 579.61

ЛАЗАРЕНКО Е.В., ПЛЕСКОВА С.Н.

### ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОСЦИЛЛЯЦИЙ С ПОМОЩЬЮ АТОМНО-СИЛОВОГО МИКРОСКОПА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева  
Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского

В настоящее время существующие методы определения метаболической активности клеток все чаще подвергаются критике, что приводит к необходимости в разработке новых методов в микробиологии, способных решить проблему идентификации проявлений жизнедеятельности микроорганизмов.

Одна из разработанных методик, способных решить эту задачу, основывается на идее осуществления живыми микроорганизмами осцилляций в процессе метаболизма. Эти колебания можно зарегистрировать с помощью атомно-силового микроскопа. По отклонениям кантилевера (основной сенсорный элемент) можно судить о наличии или отсутствии метаболической активности исследуемых клеток.

Для отработки методики были выбраны бактерии *Staphylococcus aureus*. Предварительно выращенная в LB среде суточная культура трижды отмывалась стерильной LB средой, затем доводилась до концентрации  $10^9$  кл/мл на спектрофотометре (СПЕКС ССП 705, Россия) при длине волны  $\lambda=670$ . Кантилевер в течение 10 мин. обрабатывался 0,01% поли-L-лизином, а затем инкубировался в течение 30 мин. в суспензии бактерий. Кантилевер устанавливался в холдер атомно-силового микроскопа, а затем погружался в аналитическую камеру, содержащую 5 мл стерильной LB среды. Снятие аналитического сигнала DFL проводилось в течение 15 мин. Для снятия контрольного сигнала DFL, дающего информацию о среднем уровне шума в помещении, где проводился эксперимент, использовали кантилевер, который был обработан поли-L-лизином, но не был инкубирован с бактериями.

По итогам проделанной работы, была получена информация о значительных различиях в амплитудах колебаний между пустым кантилевером и кантилевером, с фиксированными на нем бактериями (рис.1.). Увеличение амплитуды колебаний опытного образца говорит о наличии в клетках *S.aureus* метаболической активности, что в свою очередь подтверждает возможность использования данной методики на практике.

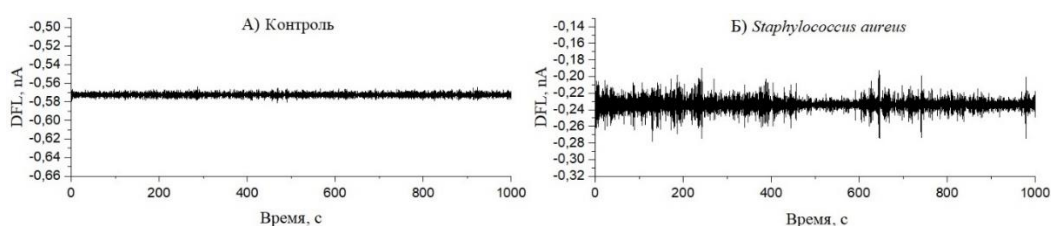


Рис. 1. Кривые колебаний кантилевера: А) кантилевер без бактерий, обработанный поли-L-лизином; Б) кантилевер с фиксированными на нем *S.aureus*

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (номер проекта 22-14-20001).

УДК 576.54

БЕЗРУКОВ Н.А., БОБЫК С.З., ГОРШКОВА Е.Н., ПЛЕСКОВА С.Н.

## **ВЫСОКОРАЗРЕШАЮЩАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ТРАНСЭНДОТЕЛИАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ НЕЙТРОФИЛОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Трансэндотелиальная миграция нейтрофильных гранулоцитов (НГ) – важный патологический процесс, направленный на реализацию эффективного неспецифического ответа в отношении локализованного в тканях очага инфекции, изучение которого долгое время было затруднено из-за ограниченной разрешающей способности микроскопических методов. В данной работе для визуализации процесса трансэндотелиальной миграции были использованы методы сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ).

В работе использовали гибридную перевиваемую клеточную линию эндотелиальных клеток (ЭК) человека EA.hy926. ЭК культивировали в среде DMEM-F12 в CO<sub>2</sub>-инкубаторе Portable Mini NB 203M (N-Biotek, Южная Корея) (37°C, CO<sub>2</sub> 5%). Нейтрофилы выделяли центрифугированием (400 g, 40 мин) на фиколле-тразографе ( $\rho = 1,077 \text{ г/см}^3$ ;  $\rho = 1,110 \text{ г/см}^3$ ) из цельной крови здоровых доноров, полученной со станции переливания крови. Нейтрофилы отмывали стерильным физиологическим раствором (СФР) и использовали в концентрации 10<sup>6</sup> кл/мл. Подбор среды осуществляли путем инкубации обоих типов клеток в средах DMEM-F12, RPMI-1640, СФР, растворе Хенкса и растворе Хенкса, забуференном NEPES с последующей оценкой изменения pH среды и процента выживших клеток. Для создания монослоя ЭК использовали поликарбонатные вкладыши Corning Transwell (Corning Inc., США) и SPLInsert (SPL Life Sciences, Южная Корея) с диаметром пор 0,4 мкм. ЭК в концентрации 2,5×10<sup>5</sup> кл/мл инкубировали на мембранах в среде DMEM-F12 (72 часа, 37°C, 5% CO<sub>2</sub>) и отмывали перед экспериментом. Миграцию на культуральных планшетах моделировали путем внесения в нижнюю камеру лунки планшета хемоаттрактанта (*S. aureus* 2879 M или *E. coli* 321), а в верхнюю – суспензии НГ в экспериментальной среде. Спустя 2 часа клетки фиксировали 70% этанолом, окрашивали раствором йодистого пропидия (1 мкг/мл) и антителами против миелопероксидазы человека (1:10000), меченными FITC, и исследовали в оптический микроскоп Axio Vert.A1 (Carl Zeiss, Германия). Для исследования миграции в режиме реального времени методами СЗМ (атомно-силовая микроскопия (АСМ), сканирующая ион-проводящая микроскопия (СИПМ)) на 3D-принтере изготавливали вкладыши из полиэтилентерефталатгликоля, позволяющие закрепить мембрану с монослоем ЭК в чашке Петри. В полученные системы вносили хемоаттрактант (*S. aureus* 2879 M) и НГ по аналогии с опытом на культуральном планшете. Трансэндотелиальную миграцию НГ в режиме реального времени регистрировали с помощью АСМ NTEGRA (НТ-МДТ СИ, Россия) и СИПМ (ICARRIC Ltd., Великобритания; ООО «НАНОПРОФАЙЛИНГ», Россия).

В ходе проведения работы было определено, что оптимальной средой для исследования процесса трансэндотелиальной миграции является раствор Хенкса, забуференный NEPES. Были визуализированы процесс трансэндотелиальной миграции НГ, изменение морфологии ЭК-монослоя и образование внеклеточных ловушек НГ в нижней камере модели. Было установлено, что метод АСМ имеет ряд ограничений, не позволяющих успешно визуализировать процесс в созданной системе. Метод СИПМ же является наилучшим для визуализации процесса миграции и значительно превосходит по разрешающей способности классическую световую микроскопию.

УДК 579.66

ГОРЕВА А.М., СОКОЛОВА Т.Н., КАЛИНИНА А.А.

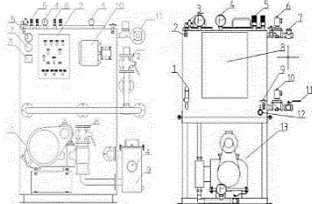
## ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ СОЛИ ТЕТРАЗОЛИЯ НА КИНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ БАКТЕРИЯМИ, СУСПЕНЗИРОВАННЫМИ В ФИЗИОЛОГИЧЕСКОМ РАСТВОРЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

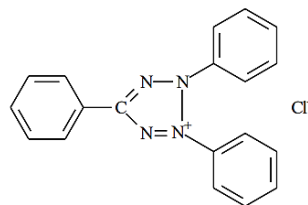
Использование солей тетразолия в научных и практических целях в системах, включающих жизнеспособные клетки, основано на их способности к восстановлению клеточными компонентами с образованием окрашенных формазанов.

В работе изучено влияние природы заместителей в пятичленных циклах солей тетразолия на эффективные кинетические характеристики восстановления бактериями-органотрофами, суспензированными в физиологическом растворе.

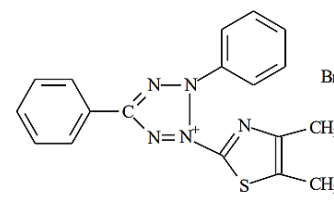
В качестве субстратов использованы:



2-(4-йодфенил)-3-(4-нитрофенил)-5-фенил-тетразолия хлорид (ИНТ)



2,3,5-трифенилтетразолия хлорид (ТФТ)



3-(4,5-диметил-2-тиазолил)-2,5-дифенил-тетразолия бромид (МТТ)

В качестве тест-организмов использовали наиболее распространенные в природе и сохраняющие свою идентичность длительное время бактерии родов *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*.

Установлено, что кинетические кривые накопления формазанов практически для всего ряда изученных бактерий имеют вид монотонно возрастающих кривых, переходящих в плато. Конверсия ИНТ до выхода на плато зависит от строения клеточной стенки бактерий и их формы. Так, в роду грамположительных палочковидных бактерий рода *Bacillus* конверсия реагента достигает 75-90 %, в случае кокков – не более 55%. Такая же конверсия ИНТ наблюдается и при использовании грамотрицательных палочковидных бактерий рода *Pseudomonas*. Было сделано предположение, что на характер кинетической кривой оказывает влияние средство продукта реакции – формазана к сайтам восстановления.

Введение неполярных заместителей в пятичленный цикл соли тетразолия усиливает сродство продуктов восстановления к белковым компонентам мембран клеток. Так, реакция грамположительных бактерий с МТТ прекращается через 30-40 мин. экспозиции при конверсии реагента 20-35%. Хотя наличие тиазольной группы в молекуле метилтиазолилтетразолия бромида делает его способность к восстановлению на начальном этапе соизмеримой с ИНТ, в отличие от йоднитротетразолия хлорида, начальная скорость не зависит от начальной концентрации соли тетразолия. Восстановление метилтиазолилтетразолия грамотрицательными бактериями протекает с индукционным периодом. Трифенилтетразолия хлорид вне зависимости от вида бактерий обладает низкой способностью к восстановлению: конверсия реагента не превышает 10-25% в течение времени сохранения жизнеспособных клеток (6-8 ч) при наличии индукционного периода.

1. **Kalinina, A.A.** Application of chemical kinetics methods to the study of iodonitrotetrazolium chloride reduction in the presence of *Bacillus subtilis* cells / [Kalinina A.A., et al] // Moscow University Chemistry Bulletin. 2019. V. 74. No. 1. С. 20-24.

УДК 628.385

ДОРОЖКИНА Д.Ю., МИХЕЕВА Э.Р., ПЛЕСКОВА С.Н.

## **АНАЭРОБНАЯ ФЕРМЕНТАЦИЯ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ С ПОЛУЧЕНИЕМ БИОВОДОРОДА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексева,  
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Анаэробное сбраживание (АС) промышленных стоков, таких как молочная сыворотка (МС), является перспективной технологией получения возобновляемого биоводорода. В процессе АС можно выделить четыре основные стадии. В гидролизной и ацидогенной стадиях органические полимеры расщепляются на более простые растворенные (кислоты, спирты) и газообразные ( $H_2$ ,  $CO_2$ ) продукты. Эти продукты метаболизируются далее в уксусную кислоту в ацетогенной стадии и в смесь  $CH_4$  и  $CO_2$  – в метаногенной. Извлечения водорода из этого процесса и увеличения его выхода можно добиться, регулируя метаболические пути микроорганизмов, за счет изменения условий работы биореактора (рН, температуры, НРТ – гидравлического время удерживания, парциального давления), а также с помощью предварительной обработки субстрата [1]. Целью работы является изучение влияния предобработки молочной сыворотки в аппарате вихревого слоя (АВС) при различных режимах на выход биоводорода в процессе АС.

Предварительную обработку МС (АО «Павловский молочный завод») проводили в аппарате вихревого слоя ферромагнитных частиц (АВС) (ООО «Регионметтранс»). Для обработки были использованы ферромагнитные частицы двух видов:  $T_1$  (диаметр 2,1 мм, длина 19 мм) и  $T_2$  (диаметр 3 мм, длина 21,8 мм). Время предобработки составляло  $t_1=2$  с и  $t_2=6$  с, при мощности АВС:  $N_1=7,5$  кВт и  $N_2=14$  кВт. Были проведены следующие варианты предобработки в АВС: 1 - ( $T_1 N_1 t_1$ ); 2 - ( $T_1 N_1 t_2$ ); 3- ( $T_1 N_2 t_1$ ); 4 - ( $T_1 N_2 t_2$ ); 5 - ( $T_2 N_1 t_1$ ); 6 - ( $T_2 N_1 t_2$ ); 7 - ( $T_2 N_2 t_1$ ); 8 - ( $T_2 N_2 t_2$ ). АС МС проводили в стеклянных флаконах (Duran, 250 мл) с плотно завинчивающимися крышками с газоотводами, в которые загружали предобработанную в АВС МС и инокулят. Отбор биогаза осуществляли шприцем (Luer Lock), анализ биогаза проводили на газовом хроматографе (Shimadzu GC-2010), содержание железа в пробах определяли ИСР-спектрометрией (Shimadzu).

Проведенный эксперимент позволяет сделать следующие выводы: 1. Корреляция между продолжительностью обработки и увеличением намолла железа отсутствует. Наиболее важным фактором, определяющим содержания железа в пробах, были геометрические размеры и масса рабочих ферромагнитных тел: для рабочих тел меньшего размера и массы  $T_1$  наблюдали больший намолл железа, чем для  $T_2$ , имеющих большие размеры и массу соответственно. 2. Наибольший выход водорода (56 об.%) наблюдали на вторые сутки эксперимента при АС МС, предобработанной в АВС в режиме 7,5 кВт, 2 с, рабочие тела  $T_2$  (большего размера). 3. Увеличение времени обработки МС в АВС с 2 с до 6 с не привело к увеличению выхода водорода.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, проект № 21-79-10153.*

1. **Ghimire, A. A.** Review on dark fermentative biohydrogen production from organic biomass: Process parameters and use of by-products/ A. A. Ghimire [et al] // Appl. Energy. – 2015. – 144, С 73-95.

УДК 614.718

КАЛАЧЕВА Е.С., ПОТАПОВА И.А., ТЕМНОВА М.В., ФЕДОТОВА И.В., ЧЕРНИКОВА Е.Ф., НЕКРАСОВА М.М., МОЙСЕЕВА Е.В., ЖАРКОВА, Е.М., МЕЛЬНИКОВА А.А., СКВОРЦОВА В.А., ТЕЛЮПИНА В.П.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ПРИМАГИСТРАЛЬНЫХ ЗОН**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора

Бенз(а)пирен (б(а)п) – вещество 1 класса опасности, обладающий, высокой токсичностью, ярко выраженными канцерогенными, мутагенными и тератогенными свойствами. Благодаря биоаккумуляции, представляет угрозу для здоровья в любом количестве [1]. Основной источник поступления б(а)п в атмосферный воздух (АВ) крупных городов – отработанные газы двигателя внутреннего сгорания (ДВС) автотранспорта [2].

Целью исследования была оценка уровней б(а)п в АВ примагистральных территорий г. Нижний Новгород в 2021 г.; сравнение полученных результатов с данными прошлых лет; изучение влияния динамических характеристик транспортного потока (ТП) на содержание б(а)п в воздухе.

Пробы АВ отбирались на оживленных магистралях города в весенне-летний период в дневное время с интервалом 1 ч в 5 точках города (n = 60). Б(а)п определялся методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02-2М» и ПО «МультиХром». Параллельно регистрировались основные динамические характеристики ТП – интенсивность, плотность и скорость движения. Результаты оценки уровней б(а)п в АВ сравнивались с данными за 2007–2018 гг., полученными сотрудниками ФБУН «ННИИГП» Роспотребнадзора (n = 170).

По итогам исследования установлено, что в Н.Новгороде с 2007 по 2021 гг. наблюдается значительное снижение уровней б(а)п вдоль основных магистралей города. Так, в 2007 г. содержание б(а)п фиксировалось на уровне  $(2,3 \pm 1,9)$  нг/м<sup>3</sup>, в 2008 г. –  $(1,3 \pm 0,7)$  нг/м<sup>3</sup>, в 2009 г. –  $(1,1 \pm 0,4)$  нг/м<sup>3</sup>, в 2017 г. –  $(0,27 \pm 0,07)$  нг/м<sup>3</sup>, в 2018 г. –  $(0,22 \pm 0,11)$  нг/м<sup>3</sup> и в 2021 г. –  $(0,25 \pm 0,15)$  нг/м<sup>3</sup>. Максимальные значения разовых концентраций б(а)п в воздухе в 2021 г. снизились в 3,85 раза относительно 2007 г. (10,0 и 2,6 нг/м<sup>3</sup> соответственно). Количество проб, превышающих гигиенический норматив (1 нг/м<sup>3</sup>), также уменьшилось – от 66,7 до 5%. При этом в 2021 г. превышение допустимых значений концентраций было установлено только в одной точке города. В этом месте отбора регистрировались низкая скорость движения ТП –  $(31,0 \pm 3,5)$  км/ч, достаточно высокая плотность –  $(67,4 \pm 7,6)$  машин/км и средняя интенсивность –  $(35,0 \pm 3,6)$  машин/мин, что соответствовало образованию автомобильной «пробки», когда работа ДВС осуществляется в режиме «на холостом ходу».

Наиболее низкие концентрации б(а)п в воздухе примагистральных зон были зафиксированы в местах наименее плотного движения – 25,0 машин/км, а также там, где скорость автомобилей была сравнительно высокой по городу – 49,0 км/ч.

Таким образом, в период 2007–2021 гг. выявлено снижение как средних, так и максимально разовых концентраций б(а)п в АВ примагистральных зон г. Н.Новгород. Установлено, что значимый вклад в изменение концентрации данного токсиканта в воздухе

оказывают такие динамические характеристики ТП, как скорость и плотность движения автотранспортных средств.

### ***Библиографический список***

1. Тимофеева, С. С. Канцерогенный риск ингаляционного воздействия сажи и бенз(а)пирена, выделяемых автотранспортом на территории автозаправочных станций г. Иркутска / С. С. Тимофеева, Д. В. Перминова // Вестник ИрГТУ. – 2011. – № 10(57). – С. 71 – 75.
2. Канило, П. М. Канцерогенность отработавших газов автомобилей / П. М. Канило [и др.] // Автомобильный транспорт. – 2011. – № 29. – С. 160 – 167.

УДК 665.3

КОМОВА Е.П.

## **ОСОБЕННОСТИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ МАСЛА КАКАО**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Масло какао – натуральный жир какао-бобов, полученный прессованием из тертой массы какао-бобов, имеет бледно-желтый цвет и слабый аромат какао.

Состав триацилглицеринов масла какао: мононенасыщенные – олеопальмитостеарин, олеодистеарин, олеодипальмитин; насыщенный дипальмитостеарин; четыре триацилглицерина, имеющие две или три ненасыщенные связи – диолеопальмитин, диолеостеарин, олеолинолеопальмитин, олеолинолеостеарин. Преобладает содержание ацилов насыщенных пальмитиновой, стеариновой кислот и мононенасыщенной олеиновой кислоты, содержание полиненасыщенной линолевой кислоты незначительно.

Температура плавления всего комплекса триацилглицеринов масла какао находится в пределах 28-36 °С, т.е. близка к температуре плавления олеопальмитостеарина (34,5 °С), находящегося в нем в наибольшем количестве (53%), температура застывания 22-28 °С. Небольшой разрыв между начальной и конечной температурами плавления обуславливает немажущую поверхность масла какао [1].

Масло какао обладает уникальным свойством переохлаждения. При строгом контроле процессов охлаждения и перемешивания может оставаться в жидком состоянии на 10 °С ниже температуры застывания. Это следует учитывать при придании шоколадным массам необходимой структуры.

Масло какао обладает полиморфными свойствами. При разных температурах триацилглицерины образуют различные по строению кристаллические модификации  $\gamma$ ,  $\alpha$ ,  $\beta'$  и  $\beta$  с неодинаковыми физико-химическими свойствами. Форма  $\gamma$  является наиболее легкоплавкой, метастабильной, образуется при резком охлаждении до 18 °С. При температуре 23,5-25,5 °С происходит переход в метастабильную  $\alpha$ -форму с более высокой температурой плавления. Дальнейшее превращение в более высокоплавкую, метастабильную  $\beta'$ -форму наступает при нагревании до температуры 27-29 °С. Самой высокоплавкой, стабильной является кристаллическая  $\beta$ -форма, переход происходит при температуре 34-35 °С, сохраняется в течение продолжительного времени. Полиморфные превращения могут протекать и в шоколаде, что является причиной его жирового «цветения». В технологии шоколада необходимо производить темперирование – создание температурных режимов для протекания полиморфных превращений триацилглицеринов в устойчивую форму [2].

Большое значение имеет скорость кристаллизации. Калориметрический и экзотермический анализ показал образование стабильных  $\beta$ -кристаллов до момента достижения минимальной температуры. Выделяемое тепло кристаллизации ведет к

дальнейшему возрастанию температуры образца. Масло какао обладает ценным свойством сжатия по мере затвердевания, что позволяет осуществлять формирование шоколада, придавая ему нужный внешний вид [3].

Явления кристаллизации масла какао следует учитывать при выборе условий охлаждения и формирования шоколада для формирования устойчивого полиморфного состояния, образования пластичной кристаллической массы, сохраняющейся без образования налета.

#### Библиографический список

1. **Егорова, Т.А.** Основы биотехнологии: Учебное пособие / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. – М.: «Академия», 2003. – 208 с.
2. **Минифай, Б.У.** Шоколад, конфеты, карамель и другие кондитерские изделия: Пер. с англ. / Б.У. Минифай. – СПб.: Профессия, 2005. – 808 с.
3. **Полянский, К.К.** Дифференциальный термический анализ пищевых жиров / К.К. Полянский, С.А. Снегирев, О.Б. Рудаков. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 88 с.

УДК 658.567.1

КОРТЮКОВА Н.Е., КАЛИНИНА А.А.

### БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ CO<sub>2</sub> ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОМАССЫ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Первоначально свои опыты по накоплению биомассы водорослей проводили на среде Таммийа с нитратным азотом с начальным значением рН ≈7 (рис.1).

На рис. 1 видно, что в этом случае накопление биомассы до пяти суток характеризуется «инкубационным периодом» (лаг-фаза) - период акклиматизации водорослей, после чего реализуется экспоненциальный рост, торможение процесса и период отмирания клеток, который не показан на рис. 1.

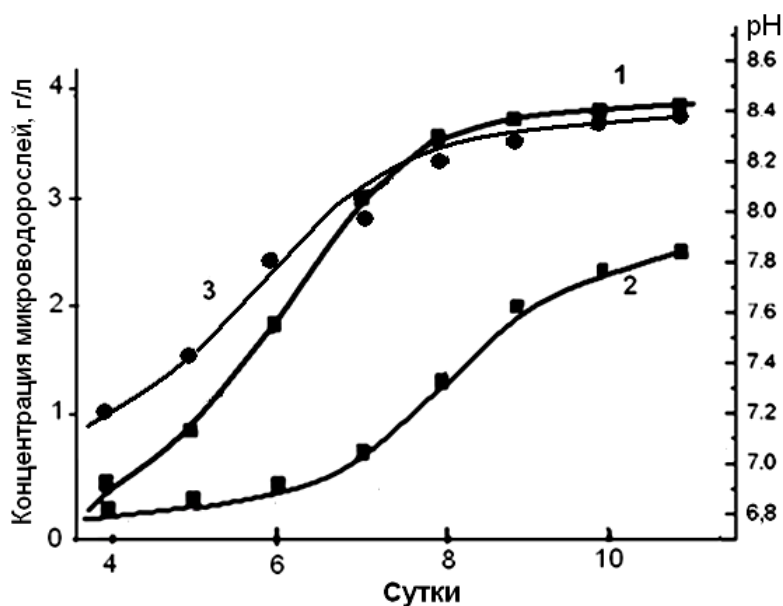


Рис. 1. Зависимость роста микроводорослей *Chlorella vulgaris* (1,3), *Scenedesmus fuscus* (2) и pH культуральной жидкости (3) от времени при температуре 30°C



Отметим, что при росте культуры концентрация ионов  $\text{OH}^-$  в среде увеличивается и через 8 суток рН достигает значений 8,0-8,2 единиц. Это связано с тем, что существенную роль в ассимиляции углерода играет катализирующий фотосинтез цинксодержащий фермент карбоангидраза. В результате работы фермента из одного полученного иона  $\text{HCO}_3^-$  в дальнейшем образуется одна молекула  $\text{CO}_2$  и один гидроксил-ион  $\text{OH}^-$ .

Далее  $\text{CO}_2$  используется в цикле Кальвина, в котором углекислый газ превращается в углеводы, а ионы  $\text{OH}^-$  удаляются из клетки во внешнюю среду, увеличивая рН раствора.

При дальнейшем увеличении  $\text{pH} > 9$  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  $\text{pH} = 11$  для выведения одного моль  $\text{OH}^-$  из клетки расходуется один моль АТФ.

В области плато численность клеток микроводорослей практически не увеличивается из-за снижения концентрации биогенных элементов в питательной среде, накопления продуктов жизнедеятельности микроводорослей, а также за счет снижения потока света, проходящего через оптически все более плотную культуру.

УДК 637.1

ПАЛЮТИН А.А.

## **ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЛИНИЯ ДЕТСКИХ ЙОГУРТОВ «АГУША. КЛАССИЧЕСКИЙ»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность работы: вопрос об эффективном и быстром производстве продуктов питания был актуален с незапамятных времён. Научились люди сбраживать молоко, при помощи молочнокислых бактерий более 3 тыс. лет назад, а вплоть до наших времён люди искали способы ускорения брожения, а также появлялось новое оборудование для повышения безопасности и скорости производства.

Так же возникает сложность в производстве детской продукции, к которой предъявляются более строгие требования.

Преимуществом продукта является его низкая аллергенность и безопасность для детского питания, а также как следствие относительная простота производства связанная с отсутствием консервантов и ФЯН (Фруктово ягодных наполнителей).

Цель работы рассмотреть производственную линию детского йогурта и произвести 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.

УДК 57.087

СУДАКОВА И.С., ПЛЕСКОВА С.Н.

## ТЕСТИРОВАНИЕ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ МЕТОДОМ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,  
Научно-образовательный центр «Физика твердотельных наноструктур» Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского

Антибиотикорезистентность является одной из главных проблем здравоохранения, поскольку антибиотики теряют свою эффективность в отношении стремительно растущего числа бактериальных патогенов [1]. Поэтому важной задачей практического здравоохранения является правильный и быстрый подбор антибиотика, к которому чувствительны возбудители.

Целью данного проекта является создание методики на основе атомно-силовой микроскопии, позволяющей определить резистентность бактерий к антибиотикам за 1-2 ч. Для этого необходимо подобрать оптимальные условия проведения эксперимента, отработать методику, и выбрать физические параметры, описывающие наблюдаемый эффект антибиотикорезистентности, для представления результатов. В 2014 году было установлено, что все живые микроорганизмы в процессе метаболизма осуществляют нановибрации [2]. Нановибрации можно отслеживать методом атомно-силовой микроскопии. Сущность метода состоит в регистрации колебаний кантилевера, вызванных метаболической активностью адгезированных на нем бактерий с помощью атомно-силового микроскопа.

Апробированы три вида Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-кантилеверов: D-DNP, C-MLCT и A-MLCT (Bruker). Экспериментальным путем установлено, что из трех апробированных вариантов кантилеверов наилучшим образом подходят кантилеверы A-MLCT, при их использовании разница амплитуды колебаний пустого кантилевера и кантилевера с бактериями была наибольшей. Для того чтобы обеспечить прочное прикрепление живых биологических образцов, кантилевер необходимо обработать специальными агентами. Были апробированы 2 варианта: глутаровый альдегид (0,5%) и поли-L-лизин (0,01%). В случае использования поли-L-лизина различия колебаний в контроле и в опыте были значительными.

Для проведения исследования был выбран штамм *Escherichia coli* 321. Необходимая для исследования суточная культура бактерий выращивалась в LB-бульоне. Суспензия трижды отмывалась центрифугированием (стерильным LB-бульоном, 5 мин, 450 g) и доводилась до концентрации 10<sup>9</sup> кл/мл. В качестве контроля для оценки среднего уровня шума, в котором проводится эксперимент, необходимо зарегистрировать колебания пустого кантилевера в растворе. Колебания кантилевера, помещенного в аналитическую камеру со стерильным LB-бульоном и кантилевера с адгезированными бактериями регистрировали в виде электрического сигнала DFL. После этого в аналитическую камеру вносилось 2 мл гентамицина, для которого была обнаружена бактерицидность в отношении данного штамма диско-диффузионным методом. Измерение DFL в среде с антибиотиком проводились в

течение часа. В качестве параметра сравнения полученных опытов была выбрана дисперсия. По полученным значениям дисперсии установлено, что после адгезии бактерий на кантилере амплитуда колебаний значительно возрастает, однако после добавления антибиотика в аналитическую камеру, колебания затухают и сравнимы с контрольными. Разработанная методика может стать основой для создания портативных диагностических устройств, определяющих профили резистентности штаммов бактерий за 1-2 часа.

#### *Библиографический список*

1. **Venturelli, L.** A perspective view on the nanomotion detection of living organisms and its features/ L. Venturelli [et al] // Journal of Molecular Recognition. 2020, №33(12).
2. Пат. 2014/0287.403 A1 - Nanoscale Motion Detector (Kasas S., Longo G., Dietler G., Livan V.A.S.).

УДК 544.31

АБАРБАНЕЛЬ Н.В., СМИРНОВА Н.Н., МАРКИН А.В.

### ТЕРМОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИОКСИМА ИЗ СОПОЛИМЕРА ПОЛИ(1-ГИДРОКСИИМИНО)ТРИМЕТИЛЕНА И ПОЛИ(1-ГИДРОКСИИМИНО, 3-ЭТИЛ)ТРИМЕТИЛЕНА

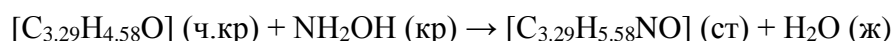
Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского

Полиоксими находят широкое применение в различных отраслях промышленности, что связано с наличием в их составе высокореакционных оксимных групп. Например, их способность связывать ионы металлов используется при создании селективных мембран или сорбентов избирательного действия, в фармацевтической же промышленности полиоксими используют как каркас, с оксимными группами которого специфически связываются активные молекулы. Поэтому важно изучать термодинамические характеристики полиоксимов с целью дальнейшего расчета технологических процессов с их участием.

Цель нашей работы – определение термодинамических характеристик образования полиоксима – сополимера поли (1-гидроксиимино) триметилена и поли (1-гидроксиимино, 3-этил) триметилена с мольной долей поли (1-гидроксиимино, 3-этил) триметиленовых фрагментов 14.6 % (ПЭБО). Энергия сгорания определена методом калориметрии сгорания в изометрическом калориметре В-08 со статической калориметрической бомбой.

Синтезирован образец ПЭБО был в ходе реакции оксимирования соответствующего поликетона – терполимера монооксид углерода–этилен–бутена-1 с мольной долей бутановых фрагментов 14.6 % (ПЭБК) в ИПХФ РАН (схема). Структура ПЭБО была подтверждена с помощью ЯМР- и ИК-спектроскопии, состав определен элементным анализом. Молекулярно-массовые характеристики ПЭБО определяли методом гелипроникающей хроматографии. Соединение представляет собой коричневый тонкодиспергированный порошок. Рентгенофазовый анализ показал, что изученный образец является аморфным.

По стандартной энергии сгорания ПЭБО ( $\Delta U_c^\circ$ ), вычисленной по результатам 6 экспериментов и с учетом поправки Уошберна, рассчитали стандартную энтальпию сгорания ( $\Delta H_c^\circ$ ), которую использовали для расчета стандартной энтальпии образования ( $\Delta H_f^\circ$ ). Энтальпию реакции синтеза ( $\Delta H_r^\circ$ ) ПЭБО (схема) рассчитали по значениям  $\Delta H_f^\circ$  ПЭБО, соответствующего ПЭБК [1], жидкой воды и кристаллического гидроксиламина  $\text{NH}_2\text{OH}$ . В таблице представлены все полученные значения. Уравнение синтеза ПЭБО из ПЭБК в ходе реакции оксимирования:



## Стандартные термодинамические параметры сгорания и образования ПЭБО

$-\Delta U_c^\circ$ , кДж/моль	$-\Delta H_c^\circ$ , кДж/моль	$-\Delta H_f^\circ$ , кДж/моль	$-\Delta H_r^\circ$ , кДж/моль
1992.9±1.5	1993.9±1.5	98.27±1.5	75.61±2.0

1. **Afonin, P.D.** Calorimetric study of polyketone formed from carbon monoxide, ethylene and butene-1 / P.D. Afonin, N.N. Smirnova, A.V. Markin [et al.] // Bulletin of the South Ural State University. – 2016. – Т. 8. – № 2. – С. 29.

УДК 665.637.735

АРИФУЛЛИН И.Р., КАЗАНЦЕВ О.А.

**ПРИСАДКИ НА ОСНОВЕ  
N-(ДИБУТИЛАМИНОМЕТИЛ)МЕТАКРИЛАМИДА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ДЕПАРАФИНИЗАЦИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Депарафинизация является одним из наиболее дорогостоящих процессов в схеме переработки нефти и производства нефтепродуктов. Проведение данного процесса требует высоких капитальных и эксплуатационных затрат. Наиболее простым удобным и недорогим способом повышения эффективности процесса является введение специальных добавок – модификаторов структуры образующихся парафиновых кристаллов. Воздействуя на процесс кристаллизации n-парафинов, они значительно увеличивают скорость фильтрования ( $\tau_f$ , с), повышают выход депарафинированного масла и уменьшают содержание масла в парафиновом гаче (ОСМ), что приводит к сокращению энергетических затрат на проведение процесса. Наиболее часто в качестве присадок такого типа предлагаются полиалкил(мет)акрилаты с алкильными группами C12 и выше. В данной работе был синтезирован образец сополимера N-(дибутиламинометил)метакриламида (ДБАММА) с высшими алкилакрилатами (АА) (рис. 1).

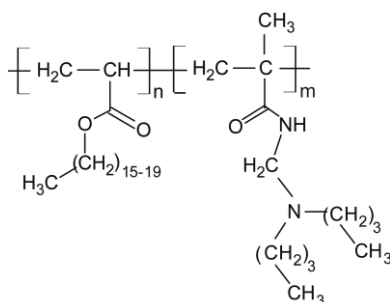


Рис. 1. Структурная формула сополимера ДБАММА-АА (П-I)

Эффективность действия синтезированной добавки (П-I) сравнивалась с зарубежной промышленной поли(мет)акрилатной присадкой «Viscoplex 9-303» на промышленном масляном рафинате (таблица 1). Было установлено, что П-I значительно улучшает основные показатели процесса и превосходит по эффективности действия промышленный аналог «Viscoplex 9-303».

Таблица 1.

## Влияние присадок на показатели депарафинизации масляного рафината

Присадка	Концентрация присадки, %	$\tau_{\text{ф}}$ , с	Выход масла, %	ОСМ, %	$T_3$ , °С
Без присадки	0,00	203	59,7	45,7	-12
П-I	0,20	18	72,0	27,8	-12
«Viscoplex 9-303»	0,24	37	62,8	41,1	-11

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 66.0

АТЛАСКИНА М.Е., КАЗАРИНА О.В., АТЛАСКИН А.А., ПЕТУХОВ А.Н.,  
ВОРОТЫНЦЕВ А.В., ВОРОТЫНЦЕВ И.В.

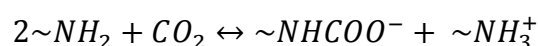
РАЗРАБОТКА НОВЫХ ЭФФЕКТИВНЫХ СОРБЕНТОВ CO<sub>2</sub>

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,  
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,  
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

В настоящее время, с растущими энергопотреблением и экологическими проблемами, природный газ считается экологически чистым источником энергии, и в то же время находит применение в качестве химического сырья. Необходимость очистки природного газа от кислых примесей обусловлена тем, что углекислый газ способствует процессу образования газогидратов, что делает сырье непригодным для использования в топливных элементах, при этом сокращая срок службы оборудования. Ионные соединения являются перспективными материалами для процессов улавливания углекислого газа как в качестве моносорбента, так и в качестве дополнительного компонента в традиционном процессе химической абсорбции или в комбинированном мембранном подходе для повышения эффективности сорбции. С точки зрения принципов «зеленой» химии, необходимо создание эффективных сорбентов, не имеющих в составе атомов фтора.

С целью повышения эффективности очистки природного газа в работе синтезированы ионные соединения на основе четвертичного аммония с бесфторными анионами: глицинат и таурат. Состав полученных соединений подтвержден методами ЯМР и ИК Фурье спектроскопии. Было проведено исследование FT-IR in situ и operando на приборе Shimadzu IRafinity-1, оснащенный ячейкой HATR PIKE с ZnSe-стеклом и системой подачи продувочного газа (CO<sub>2</sub>). Спектры адсорбции диоксида углерода на образцах регистрировали после 30 и 72 часов насыщения.

После поглощения диоксида углерода на спектрах глицинатного и тауратного ионных соединений появились новые пики при 1664 см<sup>-1</sup> и 1668 см<sup>-1</sup>, соответственно. Это характерные пики поглощения растяжения группы C=O, приписываемый образованию аниона карбамата (схема 1). Результаты показывают, что поглощение представляет собой химический процесс:



Перспективным направлением является создание сорбционных растворов на основе метилдиэтанолamina (МДЭА) и воды, с различным массовым содержанием ионных соединений. В связи с этим были проведены исследования по определению их сорбционной емкости и подбору наиболее эффективных соотношений компонентов. Приведенная сорбционная емкость растворов, содержащих тауратное и ацетатное ионные соединения превышает эти значения по отношению к водному раствору МДЭА в 1.3 и 3.6 раз, и составила 0.06 и 0.16 моль  $\text{CO}_2$  / моль раствора, соответственно.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-38-90207 «Аспиранты» и Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках научного проекта лаборатории "Лаборатория ионных материалов" (ЛИМ), проект № FSSM-2021-0014.*

УДК 544.654.2

ВАСИН Е.Н., ГУНЬКО Ю.Л., КОЗИНА О.Л.

## МАКРОКИНЕТИКА ОСАЖДЕНИЯ МЕТАЛЛОВ НА ПОРИСТЫХ ЭЛЕКТРОДАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Среди гальванических процессов особую группу образует электрохимическое осаждение металла на пористых токопроводящих основах. Это позволяет применять такие основы при изготовлении электродов химических источников тока, для решения некоторых экологических проблем и пр.

Особенностями осаждения металлов в теле пористой токопроводящей матрицы являются постоянные концентрационные изменения, уменьшение пористости за счет осаждаемого металла, изменение электрохимически активной поверхности и соответственно истинной плотности тока, крайне неравномерное распределение плотности тока по глубине электрода. Учет всех этих постоянно меняющихся факторов возможен при математическом моделировании этих связанных между собой процессов.

Для описания процесса осаждения металла на пористую основу была использована модель единичной цилиндрической поры. Расчёт распределения тока по глубине поры может быть произведён на основании законов Кирхгофа по эквивалентной электрической схеме, приведённой в [ ].

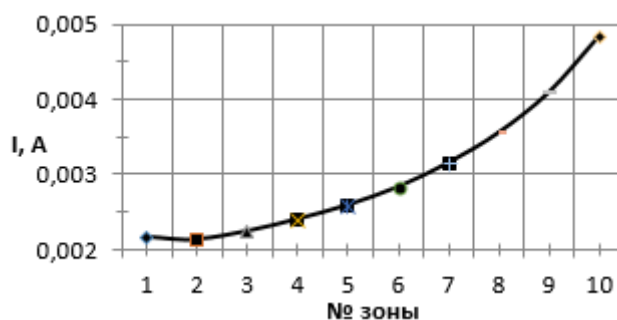
Концентрационные изменения учитывали потоки диффузии, миграции и конвекции, а также участие ионов в электрохимических превращениях для k-го иона.

Изменение концентрации электрохимически активного компонента может быть произведено на основе уравнения конвективной диффузии, которое должно быть дополнено составляющими, учитывающими миграционный перенос и образование (расходование) электрохимически активного компонента:

$$\frac{\partial C_k}{\partial \tau} = D_{\text{эфф},k} \cdot \frac{\partial^2 C_k}{\partial x^2} + \frac{t_k}{z_k F \Pi} \cdot \frac{di_p}{dx} + V \cdot \text{grad}C \pm \frac{v_{\text{э.х.}}}{n F \Pi} \cdot \frac{di_p}{dx},$$

где  $v_{\text{э.х.}}$  – число ионов, участвующих в электрохимической реакции;  $t_i$  и  $z_i$  – число переноса и заряд иона k;  $i_p$  – ток в растворе;  $V$  – конвективный поток раствора,  $D_{\text{эфф}}$  – эффективный коэффициент диффузии вещества,  $\Pi$  – пористость электрода.

Расчёты показывают, что распределение тока по глубине поры крайне неравномерно и зависит от многих параметров: плотности тока, состава электролита, пористости и т.д. Например, при плотности тока 0,03 А/см<sup>2</sup> отношение токов в поверхностных и глубинных зонах составляет около 2,2 (рис. 1) и хорошо согласуется с экспериментальными данными.



**Рис. 1.** Распределение тока по зонам пористого электрода ( $\nu = 0,01 \text{ см}^3/\text{с}$ ,  $j = 0,03 \text{ А}/\text{см}^2$ ,  $T = 323 \text{ К}$ ,  $\tau = 3600 \text{ с}$ )

1. Москвичев, А.А. Математическое моделирование процесса заряда пористого кадмиевого электрода щелочных источников тока / А.А. Москвичев [ и др.] // Электрохимия, 2011, Т. 47, № 7, С. 880–883.

УДК 544.654.2

ВАСИН Е.Н., ГУНЬКО Ю.Л., КОЗИНА О.Л., ЗАСЕЦКИЙ И.В.

## КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ ЗАПОЛНЕНИЯ ПОРИСТЫХ ОСНОВ АКТИВНОЙ МАССОЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ОКСИДНО-НИКЕЛЕВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Из применяемых конструкций для производства оксидно-никелевых электродов (ОНЭ) химических источников тока наилучшими характеристиками обладают металлокерамические и металловолокочные электроды, удельная ёмкость которых достигает  $0,4\text{--}0,5 \text{ А}\cdot\text{ч}/\text{см}^3$ . Основным способом внесения активной массы в поры металлокерамической основы является последовательная обработка в растворах солей никеля и щёлочи. Число обработок составляет от трёх до десяти. Такая технология характеризуется высокими временными затратами и большими объёмами сточных вод. Производство металловолокочных электродов может осуществляться заполнением основы мелкодисперсным гидроксидом никеля, пастой и пропиткой. Реализация этих технологий требует специального оборудования и предъявляет жёсткие требования к гранулометрическому составу применяемому гидроксиду никеля.

Целью работы является внесение в основу активной массы при уменьшении числа пропиток за счёт предварительного осаждения коррозионно-активного сплава никель-кобальт.

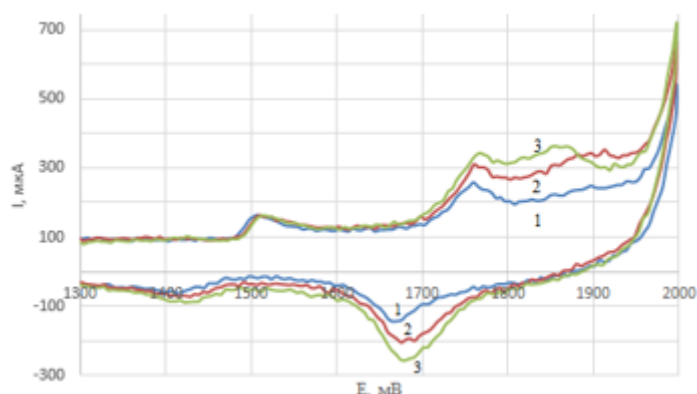
Совместное осаждение кобальта с никелем позволяет получать анодно-активные в щелочном растворе сплавы, на что указывают циклические поляризационные кривые, снятые в щелочном электролите состава:  $\text{KOH} - 7 \text{ М}$  (рис. 1). Сплав осаждался из электролита состава (г/л):  $\text{NiSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O} - 100$ ,  $\text{CoSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O} - 60$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3 - 30$ ,  $\text{NaCl} - 15$  при  $t = 45 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $j_k = 1 \text{ А}/\text{дм}^2$ .

Увеличение количества электричества в области образования высших оксидов никеля и их последующего восстановления связано с наработкой активного вещества указывает на высокую анодную активность сплава никель-кобальт.

Проводимая после осаждения сплава однократная последовательная обработка в растворах сульфата никеля и щёлочи позволяет получить оксидно-никелевый электрод с высокими удельными электрическими характеристиками. Испытания изготовленных по предлагаемой технологии электродов в условия НК-аккумулятора показали, что удельная



ёмкость при 10-часовом режиме разряда составляет  $0,41 \text{ А}\cdot\text{ч}/\text{см}^3$  при разрядной плотности тока  $4,4 \text{ мА}/\text{см}^2$ . При повышении плотности разрядного тока до  $88 \text{ мА}/\text{см}^2$  ёмкость уменьшается в 1,25-1,27 раза. Полученные значения соответствуют разрядным характеристикам металлокерамических электродов.



**Рис. 1.** Циклические поляризационные кривые сплава никель-кобальт (1 – первый цикл, 2 – второй цикл, 3 – третий цикл. Площадь рабочего электрода  $2 \text{ см}^2$ , электрод сравнения – цинковый)

УДК 66

ВШИВЦЕВ М.А., МОЧАЛОВ Л.А., КУДРЯШОВ М.А., ЛОГУНОВ А.А., ПРОХОРОВ И.О.

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ ТОНКИЕ ПЛЕНКИ СУЛЬФИДА ГАЛЛИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

В последние годы большой интерес вызывает исследование ионной проводимости материалов на основе халькогенидов как с фундаментальной научной точки зрения, так и с точки зрения практических коммерческих приложений. Благодаря наличию в структуре халькогена (серы, селена или теллура), материалы обладают более высокой поляризуемостью и имеют гораздо более высокую проводимость по сравнению с их оксидными конкурентами. Кроме того, содержащие щелочные (преимущественно литиевые) халькогенидные стекла на основе галлия представляются перспективными материалами для создания перспективных эффективных твердотельных аккумуляторов. Основные преимущества сульфидных материалов состоят в их высокой Li-ионной проводимости, широком электрохимическом окне, высоком циклическом ресурсе при комнатной температуре и в лучшей формируемости по сравнению с оксидами из-за меньшего модуля упругости. В то же время отсутствуют правильные технологические подходы к изготовлению такого типа материалов, который должен быть простым (лучше одностадийным), дешевым и масштабируемым. В данной работе мы демонстрируем возможность метода PECVD решить эту проблему [1].

Тонкие пленки Ga-S различной стехиометрии и фазового состава были получены прямым плазмохимическим взаимодействием паров галлия и серы. Аргон высокой чистоты также использовался в качестве газа, питающего плазму, в качестве газа-носителя для доставки прекурсоров в область плазмы. Процесс осуществлялся при низком давлении ( $0,01 \text{ Торр}$ ) в плазме индуктивно-связанного неравновесного ВЧ ( $40,68 \text{ МГц}$ ) разряда. Оптическая эмиссионная спектроскопия (ОЭС) использовалась для идентификации возбужденных частиц и предположения о возможных механизмах плазмохимических реакций. Физико-химические характеристики полученных пленок также были изучены различными аналитическими методами.

АСМ-изображение тонкой пленки GaS представлено на рис. 1 в качестве примера. Тонкие пленки сульфида галлия были получены при различных условиях процесса – мощности разряда, соотношении прекурсоров и температуре подложки. Выявлено влияние параметров процесса на состав, структуру, оптические и электрические свойства получаемых материалов.

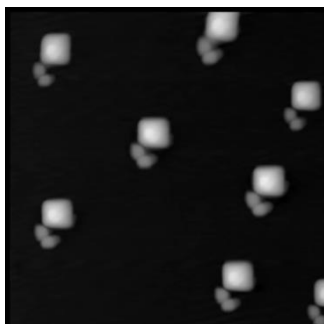


Рис. 1. АСМ снимок пленки GaS

Разработан новый метод синтеза сульфида галлия, позволяющий управлять структурой и размерами материалов.

1. **Mochalov, L.** et al. Influence of Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition Parameters on Characteristics of As–Te Chalcogenide Films. Plasma Chemistry and Plasma Processing. (2017). V. 37 (5), P. 1417-1429

*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 504.064.45

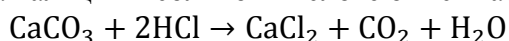
ГРИГОРЬЕВА Е.О., БАЧАЕВ А.А.

## **КОНТРОЛЬ РАСХОДА РАСТВОРА СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ ПРИ РАСТВОРЕНИИ КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

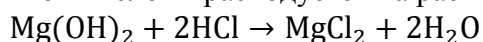
Растворение 20%-ным раствором соляной кислоты карбоната кальция из шламовой суспензии (основными компонентами являются:  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ), образующейся при очистке рассола в мембранном способе электролиза поваренной соли, необходимо для получения реагента (хлорида кальция) перед очисткой анолита от сульфат-ионов, путем их перевода в труднорастворимое соединение – гипс.

Растворение карбоната кальция в соляной кислоте описывается следующей реакцией:



Контроль расхода соляной кислоты ведется по количеству выделяющегося углекислого газа. Данный способ контроля может приводить к некорректным данным по расходу кислоты из-за возможного подсоса воздуха, изменения температуры окружающей среды. Показания датчика расхода углекислого газа могут не соответствовать оптимальному количеству необходимой соляной кислоты и приводить к ее перерасходу.

Кроме того, раствор соляной кислоты расходуется на растворение гидроксида магния:



Для оптимизации расхода соляной кислоты можно применять методы непосредственного контроля параметров раствора. Это методы, основанные на измерении электропроводности и рН.

Для проверки реализации данных методов проведено кондуктометрическое титрование 20%-ным раствором соляной кислоты с измерением электропроводности и ионнометрическое измерение рН осветленной части шламовой суспензий после перемешивания и отстаивания. Состав шламовой суспензии: 21,4% NaCl, 15,4% CaCO<sub>3</sub>, 0,7% MgO и 62,4% H<sub>2</sub>O. Измерение проводилось с применением импедансметра Z-2000 («Элинс») и иономера универсального эв-74. Опыт проводился с перемешиванием на электромагнитной мешалке и поддержанием температуры 40–65°C.

По итогам проведенных опытов установлено, что на кривых изменения электропроводности и рН от объема добавленной соляной кислоты можно выделить три участка. Первый (0–25 мл раствора HCl) – снижение электропроводности (с 0,34 Ом<sup>-1</sup>·см<sup>-1</sup> до 0,26 Ом<sup>-1</sup>·см<sup>-1</sup>) и кислотности (с 10,9 до 4,64), что соответствует реакции нейтрализации. Второй (25–55 мл раствора HCl) – постоянство параметров, отвечающее растворению осадков. Третий (55–75 мл раствора HCl) – рост электропроводности и при 75 мл раствора HCl резкое снижение рН (до 0), что связано с избытком соляной кислоты.

Внесении к шламовой суспензии 20%-ного раствора соляной кислоты в объеме 70–75 мл соответствует полному растворению осадков и дальнейшее добавление кислоты приведет к ее перерасходу. Расчетное значение необходимого количества соляной кислоты для полного растворения осадков соответствует 73 мл.

По полученным результатам опыта, рекомендуется применять измерение рН раствора после растворения осадков, так как на кривой титрования наблюдается более резкий излом, чем на кривой изменения электропроводности.

По литературным данным для определения содержания ионов Ca<sup>2+</sup> в растворе можно применить селективный кальциевый электрод. Рабочий диапазон концентраций (5·10<sup>-5</sup>–0,1 моль/л) и рН (4,5–9,5) которого, а также отсутствие мешающих ионов (Ba<sup>2+</sup>), соответствует технологическим параметрам.

УДК 66.021

ЕГОРОВА Ю.А., СТЕПЫКИН А.В., СИДЯГИН А.А.

## **РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ МАСШТАБНОГО ЭФФЕКТА НА РАБОТУ НАСАДОЧНЫХ КОЛОНН**

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

Насадочные колонные аппараты приобрели широкое распространение во многих сферах производства. Такая популярность обоснована несколькими факторами [1]: низкое гидравлическое сопротивление; большая поверхность контакта; низкий удельный вес. Данные свойства позволяют снизить капитальные и эксплуатационные производственные затраты путём удешевления требований, предъявляемых к оборудованию.

Основной проблемой при проектировании колонного оборудования является «масштабный эффект». При испытании контактных устройств в лабораторных условиях, эксперименты проводятся как правило на колонных аппаратах малого диаметра и при переходе на аппараты промышленного масштаба наблюдается существенное снижение эффективности их работы.

Рядом авторов [1,2] уже исследовалось данное явление, в результате чего было выявлено, что масштабный эффект имеет гидравлическое происхождение. Он обусловлен увеличением неравномерности распределения фаз на промышленных установках по сравнению с лабораторными.

Для изучения проблемы масштабного перехода и поиска её решения на кафедре ТОТС ДПИ НГТУ им. Р.Е. Алексеева спроектирован лабораторный стенд. Основу стенда составляет царговая колонна диаметром 500 мм выполненная из органического стекла, что обеспечивает наглядность проведения испытаний. В верхней части установлен распределитель жидкости леачного типа, который обеспечивает равномерное орошение контактного устройства жидкостью. Для установки насадок регулярного и нерегулярного типа предусмотрена опорная решётка. В нижней части смонтирована глухая тарелка для отвода жидкости из колонного аппарата, служащая также распределителем газа. Стенд оснащён ёмкостью для жидкости, насосом и компрессором. Для контроля гидравлических и массообменных показателей используются соответствующие приборы КИП.

Разработанный стенд позволит исследовать показатели эффективности работы контактных устройств при переходе с колонн малого сечения (например, 100–200 мм) на колонну большего диаметра.

### *Библиографический список*

1. **Лаптев, А.Г.** Основы расчета и модернизация тепломассообменных установок в нефтехимии: монография / А.Г. Лаптев, М.И. Фарахов, Н.Г. Минеев // – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2010. – 574 с.
2. **Павлов, В.П.** масштабный переход от лабораторных и опытных исследований к производству /В.П. Павлов, Е.И. Мартюшин//Химическая пром-ть.–1986.–№ 8.–С. 497-501.

УДК 66.069.832

ЗАЙЦЕВ А.А., УТЕХИНА А.В., КОСЫРЕВ В.М.

### **ФОРСУНКИ С ПОДВИЖНЫМИ ВНУТРЕННИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,  
Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Форсунки для распыления технологических жидкостей при своих небольших размерах существенно влияют на эффективность оборудования, где они установлены. Поэтому, исследования их конструкций, работы весьма важны.

Наложение пульсаций позволяет улучшить параметры факела распыла. Создать пульсации можно за счёт использования внутренних подвижных элементов. Ими могут быть шарики, турбинки, диски, крыльчатки и т.д. Причём, накладывая колебания, пульсации можно как на поток подаваемой жидкости, так и на саму форсунку. Рассмотрим некоторые известные конструкции.

Центробежные форсунки [1–5] объединены несколькими общими признаками, главным из которых является наличие шарика. В устройствах [4,5] жидкость распыляется с применением сжатого газа. В [4] он служит для создания колебаний корпуса форсунки, а в [5] для распыления жидкости. Центробежная форсунка [3] содержит входную камеру с патрубком входа жидкости, который имеет упругую вставку, завихрительный диск, камеру закрутки с соплом и подвижным элементом – шариком, который свободно размещён в ней. Отношение диаметров камеры закрутки и шарика должно быть от 2,0 до 3,5. При работе форсунки возникают круговые колебания корпуса, достигается повышение монодисперсности, заполнения факела распыла и производительности по жидкости.

Форсунки [6–9] содержат подвижный элемент в виде турбинки.

В устройствах [6,8] турбинка размещена в дополнительной камере. В устройстве [6] лопасти турбинки при вращении периодически перекрывают вход в основную камеру, что и

создает пульсации. В устройстве [8] жидкость распыляется с применением сжатого газа. В устройстве [9] турбинка-крыльчатка соединена с диском, имеющим секторные вырезы. При вращении этого диска сопловые отверстия неподвижного диска периодически перекрываются, что создает факел орошения, пульсирующий в продольном и поперечном направлении.

В итоге, при сравнении форсунок типов [1–5; 6–9], представляется, что форсунки с турбинкой (крыльчаткой) по ряду параметров более перспективны. Они обеспечивают увеличение производительности, уменьшение расхода электроэнергии, улучшение качества распыла и более надёжны в работе. Существуют возможности дальнейшего совершенствования форсунок этого типа.

### ***Библиографический список***

1. А.С. 644956 СССР МПК E21F 5/04 Оросительное устройство / Г.П. Мазырин, Яковенко; В.М. Пидорин Ф.Г. [и др.] - опубл. 30.01.1979, Бюл. № 4.
2. А.С. 946685 СССР МПК B05 В 1 / 34 Центробежная форсунка / С.И. Бурцев, С.В. Панькин - опубл. 30.07.1982, Бюл. № 28.
3. А.С. 1205939 СССР МПК B05B 1/34 Центробежная форсунка / В.М. Косырев, Л.Я. Живайкин, В.А. Алексеев и др. - опубл. 23.01.1986, Бюл. № 3.
4. А.С. 1347985 СССР МПК B05B 1/34 Устройство для распыления жидкости / М.А. Голомидов, М.В. Александров, М.Ф. Михалев и др. - опубл. 30.10.1987, Бюл. № 40.
5. Патент 2021034 РФ МПК B05B 7/04 Устройство для распыления жидкости / В.М. Ульянов, Ф.Г. Ремез, В.С. Коновалов и др. - опубл. 15.10.1994.
6. А.С. 494191 СССР МПК B05b 1/02 Центробежная форсунка / В.С. Галустов, В.В. Шувалов - опубл. 05.12.1975, Бюл. № 45.
7. А.С. 764733 СССР МПК B05B 3/04 Центробежная форсунка / Михайленко Г.Г., Бездетный И.В., Варламов М.Л. и др. - опубл. 23.09.1980, Бюл. № 35.
8. А.С. 1071323 СССР МПК B05B 7/12 Форсунка для распыливания жидкости / Н.Н. Филатов, О.Н. Кузякин, Ю.И. Наумов [и др.] - опубл. 07.02.1984, Бюл. № 5.
9. А.С. 1523176 СССР МПК B05B 3/16 Струйно-центробежная форсунка / Лившиц Д.И., А.С. Воскобойников - опубл. 23.11.1989, Бюл. № 43.

УДК 544.03

ИГНАТЬЕВА А.В., АВЕРЬЯНОВА Т.В.

### **АНАЛИЗ БЕНЗИНА**

МБОУ «Школа №93»

Бензин – это обычно бесцветная, возможно, желтоватого цвета сложная смесь лёгких углеводородов с температурой кипения от 33 до 205°C. В бензине содержатся: предельные и непредельные углеводы (арены), нафтеновые углеводы, кислородсодержащие примеси, фактические смолы, азотсодержащие примеси. Для повышения детонационной стойкости в состав бензинов включают более стойкие углеводороды, которые не образуют перекисные соединения. Бензин должен соответствовать следующим требованиям:

- быстрое образование и сгорание без детонации топливно-воздушной смеси;
- минимальное коррозирующее воздействие на детали двигателя;
- небольшие отложения смолистых веществ в системе питания двигателя;
- минимальное отравляющее воздействие;
- сохранность первоначальных свойств в течение длительного времени.

Нефтеперерабатывающая промышленность выпускает несколько марок бензинов, каждая из которых предназначена для определенного транспорта: буква "А" свидетельствует о том, что бензин автомобильный, "И" – октановое число для данной марки бензина определено исследовательским методом, если "И" нет, то – моторный метод определения, а цифра указывает октановое число.

Необходимо проверять качество бензина, чтобы его использовать, не переживая за свое здоровье и качество работы транспорта. Для исследования мною были взяты топлива АИ-92 и АИ-95 с «Газпрома» и «Лукойла». Анализируемый бензин прозрачен или желтоват, не имеет осевших на дне твердых частиц. В противном случае топливо содержало бы в себе примеси смолистых веществ. Выраженный резкий запах говорит о наличии специфических добавок для повышения октанового числа. Добавление воды не является способом фальсификации бензина с целью увеличения его объема: она могла попасть в результате конденсата шланга колонки на заправке. Однако в данных образцах воды не наблюдалось. Это было проверено путем добавления к образцам кристаллического  $\text{KMnO}_4$ .

Для анализа растворов на наличие кислот и щелочей использовались такие индикаторы, как метиловый оранжевый и индикаторная бумага. Уровень pH бензина в норме (3мг КОН/100мл), так как метил оранжевый остался оранжевым. То есть среда в растворах нейтральная. Это является положительным показателем качества бензина. По остатку сжигания испытуемого топлива можно судить о таком критерии, как смолистость. Половина образцов, взятых мною, содержит в себе смолы, так как на поверхности, где происходил процесс горения, остались большие масляные круги. Наличие смолы можно объяснить наличием в бензине определенного количества веществ, образующего смолы при хранении.

Среди важнейших антидетонационных присадок наиболее распространенной является тетраэтилсвинец  $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ . Содержание этиловой жидкости в бензинах выбранных марок определялось опытным путем. В трех образцах образовался видимый невооруженным глазом осадок в виде оранжевых кристаллов йодистого свинца, что свидетельствует о наличии присадки.

Вязкость является важнейшей физической константой, характеризующей эксплуатационные свойства практически всех нефтепродуктов. Измерение этой характеристики проводилось мною при помощи капиллярного стеклянного вискозиметра. Проведя исследование с разными температурами, я смогла установить, что вязкость автомобильных бензинов существенно меняется при изменении температуры. При понижении градуса термостата одновременно с увеличением вязкости всех бензинов происходит повышение их плотности и, наоборот, при увеличении температуры расход будет увеличиваться за счет уменьшения вязкости. Изменение свойств бензина в различных температурных условиях обуславливает необходимость сезонных разделений топлива.

### ***Библиографический список***

1. Химия. 10 класс. Углубленный уровень. Учебник - Еремин В.В., Кузьменко Н.Е., Теренин В.И., Дроздов А.А., Лунин В.В., 2020.
2. **Кирсанов, Ю. Г.** Анализ нефти и нефтепродуктов : [учеб.-метод. пособие] / Ю. Г. Кирсанов, М. Г. Шишов, А. П. Коняева ; [науч. ред. О. А. Белоусова] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 88 с.
3. Справочник химика. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chem21.info/info/1478905/>
4. Нафтенновые кислоты: обнаружение и идентификация в нефти. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/quimica-ru/naftenicos>
5. Что такое бензин? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.petrolplus.ru/article/chto-takoe-benzin/>

6. Вязкость и плотность бензина. Испарение бензина в двигателе. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e-him.ru/?page=dynamic&section=33&article=187>

УДК 544.478.02

КАМАЕВА Я.А., ЧУЖАЙКИН И.Д., КАЗАНЦЕВ О.А.

## **РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ СИНТЕЗА ИЕРАРХИЧЕСКИХ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ЦЕОЛИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,  
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Термин «иерархические цеолиты» обычно используется для обозначения цеолитных материалов, имеющих минимум два уровня размера пор. Это означает, что иерархические цеолиты содержат помимо типичных цеолитных микропор вторичную пористость. В большинстве случаев вторичная пористость представлена мезопорами размером от 2 до 50 нм. Иерархические цеолиты демонстрируют улучшенные каталитические свойства по сравнению с обычными, особенно в реакциях с участием крупных субстратов. Этот эффект достигается благодаря дополнительной системе мезопор, которая увеличивает диффузионную проницаемость зерна катализатора, что позволяет молекулам реагентов быстрее проникать к активным центрам.

Существует несколько подходов к синтезу иерархических структур. Наиболее совершенным является метод прямого синтеза с использованием двух структурообразующих агентов (темплатов). Варьируя размеры и типы темплатов на стадии синтеза цеолита, можно получать материалы с нужным размером и пор.

Целью данной работы являлось получение железосодержащих цеолитных материалов аналогов Fe-Silicalite-1 с микромезопористой структурой. В ходе работы были проведены исследования влияния размера структурообразующих агентов на физико-химические характеристики получаемых железосодержащих цеолитных материалов. Для этого были использованы темплаты на основе тетраалкиламмониевых соединений (ЧАС) с длиной алкильного заместителя C<sub>1</sub>-C<sub>16</sub>.

Синтез гель-золя железосодержащих цеолитных материалов осуществляли по методике, описанной в [1]. В качестве источника железа был использован нитрат железа (III), в качестве источника кремния использовался тетраэтилортосиликат. Мольное соотношение компонентов до стадии гидротермальной обработки (ГТО) SiO<sub>2</sub> : 0,02 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0,5 ТПАГ : 0,5 X : 50 H<sub>2</sub>O, где X – ЧАС с длиной алкильного заместителя C<sub>1</sub>-C<sub>16</sub>. Продолжительность ГТО составляла 50 ч при температуре 170 °С. Полученные материалы промывались от маточного раствора, сушились и прокаливались на воздухе при температуре 550 °С в течение 8 ч.

Анализ полученных материалов был проведён с использованием комплекса физико-химических методов: низкотемпературная адсорбция азота, инфракрасная спектроскопия. Все полученные материалы имеют белый или молочно-белый цвет, что говорит об отсутствии внекаркасных оксидов железа и свидетельствует о включении железа в структуру силикалита. Согласно данным ИК-спектроскопии, на основании соотношения интенсивности пиков I<sub>960</sub>/I<sub>550</sub>, можно сделать вывод, что в общем случае увеличение объёма темплата приводит к снижению включения иона Fe<sup>3+</sup> в каркас цеолитного материала. Результаты низкотемпературной адсорбции азота показали, что общая удельная поверхность в образцах с увеличением размера ЧАС от C<sub>1</sub> до C<sub>16</sub> подвергается незначительной деградации с уменьшением значения общей удельной поверхности с 426,8 до 402,7 м<sup>2</sup>/г. При этом удельная поверхность мезопор значительно возрастает с 43 до 90,6 м<sup>2</sup>/г.

*Представленные результаты получены в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема № FSWE-2020-0008).*

1. **Ratnasamy P.** Ferrisilicate analogs of zeolites [Текст] / P. Ratnasamy, R. Kumar // *Catalysis Today*. – 1991. – № 9 (4). – P. 329 – 416.

УДК 546.05

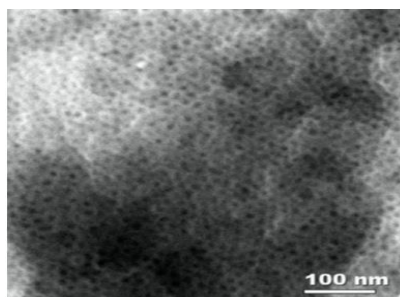
КАПИНОС А.А., ВОРОТЫНЦЕВ А.В., МАРКОВ А.Н., ГРАЧЕВ. П.П.

## **ПРЯМОЙ СИНТЕЗ НАНОСТРУКТУРНОГО И НАНОСФЕРИЧЕСКОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНДУКЦИОННОЙ ПОТОКОВОЙ ЛЕВИТАЦИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящий момент на этапе бурного развития фундаментальных и прикладных основ получения наноматериалов важнейшей задачей является создание теоретической и экспериментальной базы новых «зеленых» методов, позволяющих достичь высоких показателей производительности (около 15 г/ч), а также проводить прямые синтезы различных веществ (гидридов, нитридов, оксидов и др.) в одну стадию, так называемый «прямой синтез».

С этой точки зрения весьма перспективен метод индукционной потоковой левитации, с помощью которого получают различные наночастицы металлов, их оксиды, гидриды, а также интерметаллические соединения. Несмотря на то, что метод еще достаточно новый, перспективы его применения просматриваются как в науке, так и в промышленности уже сейчас. Кроме того, этот метод может быть использован для получения наночастиц размером менее 5 нанометров, т.е. нанокластеров, которые отличаются высокой поверхностной энергией и очень хорошо подходят на роль катализаторов с высокой поверхностной активностью и большой удельной поверхностью.



**Рис. 1. ПЭМ микрофотография полученных структурированных наночастиц диоксида кремния**

В данной работе были получены наночастицы диоксида кремния в виде полых сфер диаметром 23 нм с толщиной стенки 2 нм, так же при использовании раствора структурообразующего агента были получены структурированные частицы, похожие на SBA-15. На рисунке приведена ПЭМ микрофотография полученных наночастиц диоксида кремния.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (грант № 17-73-20275).*



**СОПРОТИВЛЕНИЕ ЭПОКСИДНЫХ ПОЛИМЕРБЕТОНОВ,  
МОДИФИЦИРОВАННЫХ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛОЙ ВОЗДЕЙСТВИЮ  
МИКРООРГАНИЗМОВ**

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

Для защиты бетонных поверхностей от воздействия воды и агрессивных сред наиболее перспективным методом является применение композиционных материалов на полимерных связующих. В данном исследовании рассматривались композиты на основе эпоксидной смолы ЭД-16, модифицированной каменноугольной смолой и отверждающая система полиэтиленполиамин (ПЭПА).

Испытание на прочность при добавлении различных растворителей позволили установить, что при сжатии наилучшие показатели проявляют составы, в которых применялись: растворитель 646, скипидар и бензин, а опыты при изгибе показали преимущество применения ацетона, растворителя 646, скипидара.

Проведенные исследования, для оценки влияния природы минеральных наполнителей на прочностные свойства составов, наполненных эпоксидно-каменноугольных композиций на основе ЭД-16, позволили установить, что наибольшая прочность при сжатии и при изгибе характерна композитам, наполненным известняком и мрамором, а наименьшая – ненаполненным композитам. Изучая влияние дисперсности и количественного содержания наполнителя, выявлено, что наибольшая прочность соответствует композитам, наполненным порошками высокой дисперсности.

С целью установления оценки свойств материала сопротивляться воздействию микроорганизмов, при добавлении каменноугольной смолы, был проведен эксперимент. Результат показал, что при наличии внешних загрязнений материалы подвержены биокоррозии, но каменноугольная смола придает эпоксидным композитам биостойкие свойства, а при введении препарата «Тефлекс» позволяет придать фунгицидные свойства.

Также проведены исследования по выявлению возможных агентов биокоррозии, приводящих к наибольшим изменениям композитов на эпоксидно-каменноугольном связующем. Биологическую стойкость рассматривали по изменению предела прочности на сжатие, при изгибе. По итогам анализа выявлено, что более лучшее значение коэффициента стойкости имеет материал без модифицирующей добавки, но материалы с модифицирующей добавкой имеют более лучшее значение коэффициента химической стойкости при испытаниях при изгибе.

Таким образом, изучены особенности и технология получения эпоксидиановых смол ЭД-16, модифицированных каменноугольными смолами. Получены технологичные составы, обладающие повышенными физикомеханическими и эксплуатационными качествами, представлена роль влияния количества модификатора, вида и содержания наполнителя на биостойкость. Установлено, что каменноугольная смола обеспечивает эпоксидным композитам грибостойкие свойства, а препарат «Тефлекс» придает фунгицидные свойства.

- 
1. **Ерофеев, В.Т.** Биостойкость эпоксидных полимербетонов, модифицированных каменноугольной смолой / В.Т. Ерофеев [и др.] / Известия ТулГУ. Технические науки. 2013.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ГАЗОГИДРАТНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ С ЦЕЛЬЮ  
ДЕКАРБОНИЗАЦИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в российской экономике и мировой системе энергообеспечения огромное значение имеет нефтегазовая промышленность. Природный газ используется в различных отраслях промышленности и коммунально-бытового хозяйства. В случае присутствия диоксида углерода в природном газе снижается теплотворная способность и возможна блокировка поступления природного газа. В горючем природном газе промышленного и коммунально-бытового назначения согласно ГОСТ 5542-2014 молярная доля диоксида углерода должна быть не более 2.5 %.

Конвенциональными технологиями извлечения кислых газов, в том числе диоксида углерода, являются абсорбция, адсорбция и мембранное газоразделение. Однако данные технологии обладают некоторыми недостатками. Наиболее важными из которых являются: в случае абсорбции – высокие затраты на регенерацию абсорбента и необходимость поддержания высокого давления потока, в случае адсорбции – сложность регенерации твердых поглотителей и длительное время адсорбции, в случае мембранного газоразделения – низкая скорость молекулярного массопереноса и возможность закупорки мембраны примесями газового потока. Кроме того, конвенциональные технологии позволяют уловить от 90 до 99 % диоксида углерода. В случае увеличения процента улавливания диоксида углерода значительно увеличиваются энергозатраты. Таким образом, все вышеперечисленное не согласуется с основными принципами «зеленой» химии. Снижение энергозатрат на декарбонизацию природного газа является основным стимулом при разработке альтернативных технологий.

С целью декарбонизации природного газа нами предложена энергоэффективная технология газогидратной кристаллизации. Свойства газовых гидратов активно исследуются на протяжении последних 30 лет. Преимуществами процесса газогидратной кристаллизации являются низкие энергозатраты, т.к. процесс возможен при температуре выше 273.15 К; высокая эффективность газоразделения из-за разницы в давлениях диссоциации газовых гидратов; высокая емкость газов в газогидратной фазе; простота аппаратного оформления установки газогидратной кристаллизации и простота масштабируемости; безопасность транспортировки газов; материалами являются вода, которая может быть восстановлена и промоторы, которые могут быть удалены на последующих стадиях. Таким образом, технология газогидратной кристаллизации является экологически безопасной и энергоэффективной.

Технология газогидратной кристаллизации основана на преимущественном концентрировании диоксида углерода в газогидратной фазе и нахождении метана в газовой фазе. Далее газогидратная фаза отделяется от газового потока, обедненного диоксидом углерода и транспортируется для диссоциации на диоксид углерода и воду посредством повышения температуры или снижения давления. Дополнительно возможно снижение энергозатрат на охлаждение и нагрев за счет применения аммиачных холодильных машин, потребление электроэнергии которых меньше, чем фреоновых примерно на 20 %.

В конечном итоге диоксид углерода может быть использован в различных отраслях промышленности или закачан в газовые пласты для хранения, при этом вытеснив метан из газогидратного состояния. Это приводит к решению двух глобальных проблем человечества, таких как увеличение парникового эффекта и истощение ресурсов природного газа.

## ПОЛУЧЕНИЕ МИКРОЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ВОЛОКНА ПЕНЬКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целлюлоза, волокнистые целлюлозосодержащие полуфабрикаты и лигноцеллюлозные материалы (ЛЦМ) являются ценным источником сырья для получения порошкообразных целлюлозных материалов, к которым относят порошокую (ПЦ) и микрокристаллическую целлюлозу (МКЦ), нанокристаллическую, микро- и нанофибрилярную целлюлозу. МКЦ обладает рядом уникальных свойств, такими как высокие показатели твердости спрессованного материала, низкая теплопроводность, низкая токсичность, высокая удельная поверхность и др. Благодаря этому, а также способности удерживать влагу и стабилизировать коллоидные системы (гели, золи и т.д.) МКЦ применяется в разных отраслях промышленности: фармацевтической, косметической, пищевой, химической и др. В Нижегородской области достаточно природного сырья для изготовления МКЦ в промышленном масштабе (в 2021 площадь посевов технической конопли составила более 2 тысяч га). Благодаря этому её получение является перспективным направлением для региона.

Целью данной работы является разработка мягкой методики выделения МКЦ из необработанного растительного сырья, которая включает этапы делигнификации и отбелки. В качестве сырья использовались волокна пеньки технической конопли. Существует несколько методов получения МКЦ: ферментативный гидролиз, метод парового взрыва, использование УЗ-воздействия и СВЧ-энергии. Наиболее распространенным является гидролиз целлюлозосодержащего сырья в растворах минеральных кислот, который был применен в данной работе.

Для получения МКЦ проводилась предварительная обработка материала: измельчение, делигнификация, отбелка. Делигнификацию проводили несколькими способами: обработка надуксусной кислотой, сульфидная варка, обработка перекисью в кислой среде. Был проведен сравнительный анализ методик. Лучшие результаты достигались при использовании двухступенчатой обработки пеньки. На первой стадии проводилось окисление лигнина в кислой среде пероксидом водорода при 90°C. На второй стадии лигнин растворялся в щелочи в присутствии отбеливающего агента – пероксида водорода. Температура реакции 75-80°C. По сравнению с другими методиками удалось снизить расход реагентов (расход перекиси в сравнении с варкой в надуксусной кислоте ниже в 3 раза), а также увеличить селективность процесса. Потеря сырья при пероксидной делигнификации составила 9,5%, тогда как при варке с надуксусной кислотой – 16,7%, при сульфидной варке – 15%. Содержание остаточного лигнина определяли сернокислотным методом (лигнин Класона). Кислоторастворимый лигнин оценивался фотометрически, а кислотонерастворимый – гравиметрически. Содержание лигнина Класона составило 5%.

В результате проведенных работ был получен образец порошокой целлюлозы с высокой степенью белизны и низкой степенью полимеризации. Выделение целлюлозы из пеньки конопли проводилось с использованием экологически безопасных реагентов. За счет мягких методов делигнификации удалось добиться минимальной потери сырья на всех стадиях обработки. Это приводит к уменьшению себестоимости продукта.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках научного проекта лаборатории “Лаборатория ионных материалов” (ЛИМ), проект № FSSM-2021-0014.*

## РАЗРАБОТКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ОСНОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ УТИЛИЗАЦИИ ФАКЕЛЬНЫХ ГАЗОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В перечень стратегии научно-технического развития страны, являющийся критически важным для социально-экономического развития Российской Федерации, в настоящее время, входят такие приоритетные направления развития науки, технологий и техники, как рациональное природопользование, а также энергоэффективность и энергосбережение.

Работа посвящена ряду актуальных вопросов, прежде всего, это: улучшение уровня экологической обстановки как в Кстовском районе и/или Нижегородской области (а в перспективе реализации проекта и его развития – улучшении уровня экологической обстановки в мире); увеличению глубины переработки и использования нефтегазового сырья предприятием; повышению эффективности работы других установок за счет вовлечения переработанной некондиции в дальнейшее производство на предприятии [1].

Данная работа представляет собой концептуальный и аналитический подход. В настоящее время, в мире, нет технологической установки, которая бы полностью перерабатывала попутный нефтяной газ или факельные газы, а их полученные продукты вовлекала в дальнейшее производство. Предприятие сжигает ценные углеводородные компоненты на факельных установках и напрямую производит выбросы в атмосферу так имеются периодические и аварийные сбросы, необходимые для нормального функционирования и наладки технологического режима установок, а также постоянные сбросы, необходимые для утилизации некондиционных компонентов на установках [2,3].

Мировое и цивилизованное сообщество стремится к улучшению экологической обстановки в мире, поскольку с каждым годом экология (в частности, - атмосфера) в мире ухудшается. Поэтому данная технологическая установка имеет огромное значение, и повышенное внимание должны уделить особенно те, кто производят данные выбросы.

Экономический эффект в данной работе является второстепенной задачей. Автором работы спроектирована схема установки и, в настоящее время, ведётся теоретическое описание установки и расчетно-экономическая часть.

В НГТУ им. Р.Е.Алексеева предполагается разработка экспериментальной модели/установки для дальнейшего исследования. Полученные результаты будут учтены и использованы для дальнейших расчетов.

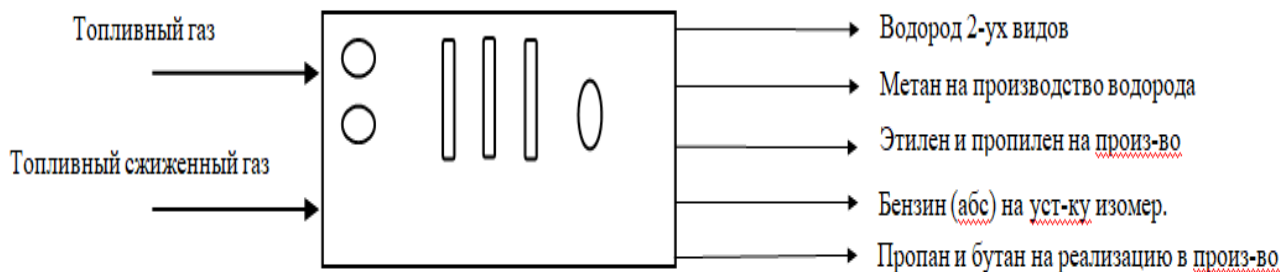


Рис. 1. Упрощенная схема установки утилизации факельных газов

### Библиографический список

1. Суханов, В.П. Переработка нефти: учебник для проф.-техн, учеб. заведения. 2-е изд., перераб. И доп. – М.:Высшая школа, 1979. – 335с
2. Технологический регламент установки компримирования факельных газов УКФГ.

3. Технологический регламент установки каталитического риформирования бензинов ЛЧ-35/11-600 + АГФУ (Абсорбционно-газофракционирующая установка).

УДК 547.729

ОВЧАРОВА А.В., СУЛИМОВ А.В., СУЛИМОВА Ю.К.

## **ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ СИНТЕЗА ПРОПИЛЕНКАРБОНАТА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЯ С КАРБАМИДОМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Пропиленкарбонат является важным продуктом органического синтеза. Обладая рядом ценных свойств, он находит широкое применение как растворитель и промежуточный продукт в различных синтезах. Пропиленкарбонат применяется при получении полиакрилонитрильных волокон, при разделении  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{S}$ , в качестве компонента смазочных масел, гидравлических жидкостей и электролитов в литий-ионных аккумуляторных батареях и пр.

В настоящее время пропиленкарбонат в промышленных масштабах производится прямым циклокарбоксилированием оксида пропилена диоксидом углерода при катализе солями щелочных металлов, аммония, фосфинами и комплексами металлов. Однако данный метод, кроме традиционных недостатков, присущих гомогенно-каталитическим процессам, характеризуется довольно жесткими условиями процесса. Требования экономического и экологического характера диктуют необходимость разработки новых каталитических систем и технологических процессов синтеза пропиленкарбоната.

Одним из перспективных методов получения пропиленкарбоната является взаимодействие пропиленгликоля и карбамида в присутствии ацетата цинка в качестве катализатора. Преимущество данного процесса состоит в том, что в его основе лежит доступное сырье, которое к тому же может быть получено на основе возобновляемых источников.

Экспериментальное исследование процесса синтеза пропиленкарбоната проводили на лабораторной установке периодического действия, состоящей из стеклянного реактора с электрообогревом, обратного холодильника, системы измерения и регулирования температуры и магнитного перемешивающего устройства.

Изучение влияния температуры на выход пропиленкарбоната исследовали в интервале 130-190°C. Установили, что с увеличением температуры до 170-180°C наблюдается повышение выхода пропиленкарбоната. Дальнейшее увеличение температуры приводит к уменьшению выхода целевого продукта, что связано с протеканием побочных процессов (например, олигомеризации пропиленкарбоната). Для оценки влияния начального мольного соотношения пропиленгликоль/карбамид на выход пропиленкарбоната проведена серия экспериментов при варьировании данного показателя в интервале (0.5-5):1. Заметное увеличение выхода пропиленкарбоната наблюдается при увеличении соотношения реагентов до 4/1. Рекомендуется осуществлять синтез пропиленкарбоната в присутствии 3-4 кратного мольного избытка пропиленгликоля. Время пребывания реагентов в реакторе варьировали в интервале 0.5-4 ч. На основании полученных экспериментальных данных оптимальное время синтеза составляет 2-2.5 ч. Увеличение времени реакции сверх указанного нежелательно, так как приводит к некоторому снижению выхода пропиленкарбоната, что, связано с участием целевого продукта в дальнейших превращениях.

Так же экспериментально было изучено влияние содержания катализатора в реакционной смеси (0-1.5 % масс.) на выхода пропиленкарбоната. Увеличение содержания катализатора в реакционной смеси способствует росту выхода пропиленкарбоната.

Кинетические исследования реакции взаимодействия пропиленгликоля с карбамидом в присутствии ацетата цинка в качестве катализатора позволили выявить область значений параметров процесса, обеспечивающих достижение высоких выходов целевого продукта (75-80%). На основе анализа полученных данных сформулированы рекомендации по значениям технологических параметров (температура 170-180°C, начальное соотношение пропиленгликоль : карбамид (2-3):1, длительность синтеза 1.5-2 ч и содержание катализатора 1 мас%).

УДК 544

ПРОХОРОВ И.О., МОЧАЛОВ Л.А., ЛОГУНОВ А.А., КУДРЯШОВ М.А., ВШИВЦЕВ М.А.,  
КНЯЗЕВ А.В., БУЛАНОВ Е.Н.

## ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ОКСИДА ЦИНКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время разработка фундаментальных научных и технологических основ получения современных полупроводниковых материалов на основе оксида цинка является одной из наиболее востребованных и перспективных задач [1]. В данной работе разработан принципиально новый метод плазмохимического осаждения из газовой фазы (PECVD) [2, 3] для синтеза тонких пленок и роста наноструктурированных слоев ZnO из элементарного высокочистого Zn в сложных газовых плазмообразующих смесях типа (аргон-кислород-галоген), (аргон-кислород) и (водород-кислород), 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. Схема установки представлена на рис. 1.

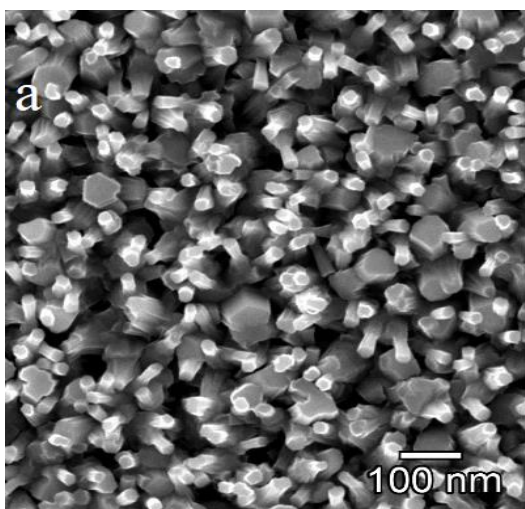


Рис. 1. Наностолбцы оксида цинка

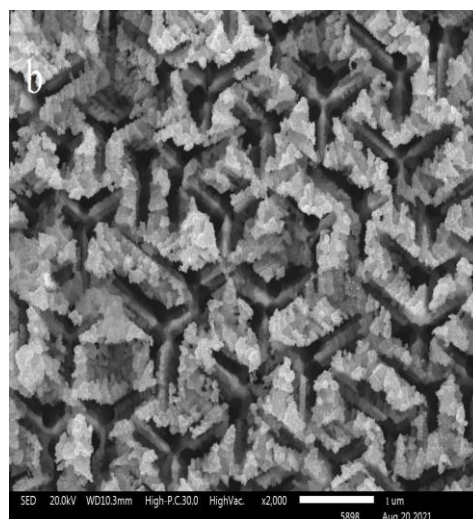


Рис. 2. Наноструктурированный ZnO

Металлический цинк загружали в трубчатую печь, оснащенную внешними нагревательными элементами и термопарами для контроля температуры. В качестве плазмообразующих газов использовали водород 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. **Rafique Subrina**, et al., // *Phys. Status Solidi A* 2016. V. 213. No. 4. P. 1002.
2. **Mochalov L.A.** et al., // *J. of Physics D Applied Physics*, 2018. V. 52(1). P. 015203.
3. **Mochalov L.A.** et al., // *Materials Research Express*, 2019. V. 6. P. 056407.

УДК 66.095.26

САВИНОВА М.В.

## СИНТЕЗ ПОЛИМЕРНЫХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ЩЕТОК НА ОСНОВЕ ДИБЛОЧНЫХ МАКРОМОНОМЕРОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последние годы исследователи проявляют особый интерес к полимерам с архитектурой молекулярной щетки. Биосовместимые термочувствительные полимерные щетки на основе метоксиолиго(этиленгликоль)метакрилатов (МОЭГМ) рассматриваются как наиболее перспективные средства доставки лекарств. Возможности варьирования свойств указанных молекулярных щеток значительно возрастают при введении в боковые цепи, наряду с гидрофильными олиго(этиленгликолевыми) блоками, дополнительных гидрофобных блоков, в частности, олиго(пропиленгликолевых).

В данной работе для синтеза полимерных щеток с диблочными боковыми цепями использовались метоксиолиго(этиленгликоль)-блок-олиго(пропиленгликоль)метакрилаты общей формулы  $C_1E_nP_mM$ , где  $n$  и  $m$  – соответственно число оксиэтильных и оксипропильных звеньев боковой цепи (рис 1.).

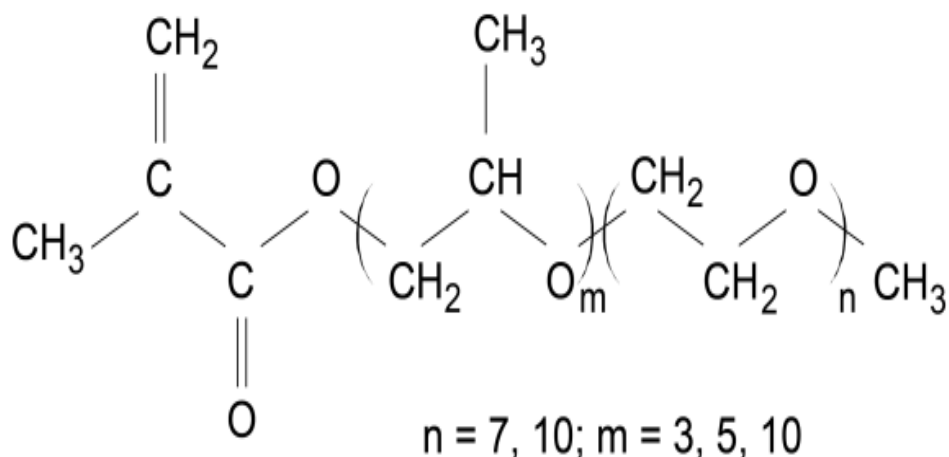
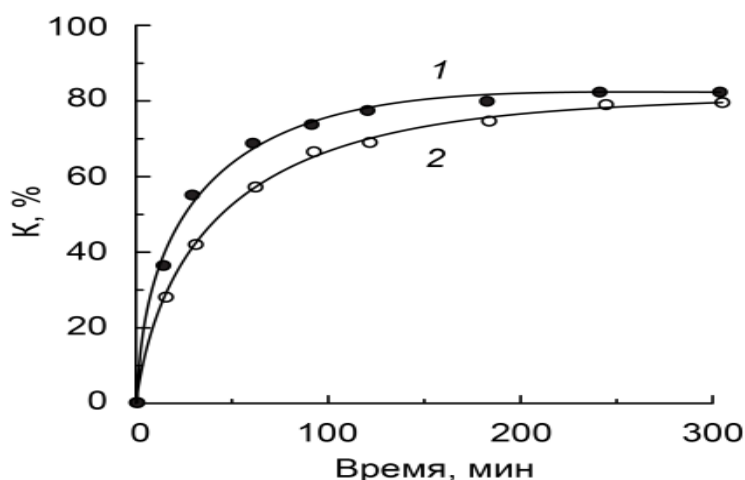


Рис. 1. Структурная формула метоксиолиго(этиленгликоль)-блок-олиго(пропиленгликоль)метакрилатов



**Рис. 2. Зависимости конверсии мономеров от времени при гомополимеризации C<sub>1</sub>E<sub>7</sub>P<sub>5</sub>M (1) и C<sub>1</sub>E<sub>10</sub>P<sub>5</sub>M (2)**

Полимеры синтезировали традиционной радикальной полимеризацией в среде этилацетата при 85°C в течение 6 ч. Исходная концентрация мономеров составляла 30 % мас., концентрация инициатора (АИБН) 1,0 % мас. по отношению к реакционной массе. На рис. 2 представлены примеры кинетических зависимостей, полученных при гомополимеризации мономеров C<sub>1</sub>E<sub>7</sub>P<sub>5</sub>M и C<sub>1</sub>E<sub>10</sub>P<sub>5</sub>M.

*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).*

УДК 66.088

САЗАНОВА Т.С., МОЧАЛОВ Л.А., ЛОГУНОВ А.А., ПРОХОРОВ И.О., ВШИВЦЕВ М.А.

## **ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА МЕТОДОМ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проведен прямой одностадийный синтез наночастиц оксида цинка по методу плазмохимического осаждения из газовой фазы (PECVD) из элементарного высокочистого цинка в цинк-кислород-водородной плазмообразующей смеси при варьируемых параметрах осаждения: мощность плазменного разряда [1], температура источника цинка и температура реактора в области осаждения.

Изучены размерно-морфологические параметры полученных порошков оксида цинка, их стехиометрический и химический состав, а также структурные свойства и однородность. Для изучения применялись такие методы, как сканирующая электронная и атомно-силовая микроскопия, энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия, рентгеноструктурный анализ и спектроскопия комбинационного рассеяния света, а также статистические методы обработки и анализа экспериментальных данных.

С целью определения оптимальных параметров PECVD синтеза наночастиц оксида цинка проведено три серии экспериментов, в каждой из которых менялся один рабочий параметр (мощность плазменного разряда, температура источника цинка и температура реактора в области осаждения) при постоянстве остальных.



Установлено, что для получения наночастиц оксида цинка с заданными размерно-морфологическими характеристиками в процессе плазмохимического синтеза необходимо: 1) повышать температуру источника цинка для получения более вытянутых в одном направлении структур (и наоборот); 2) повышать мощность плазменного разряда для уменьшения поперечных размеров осаждаемых структур (и наоборот); 3) понижать температуру реактора в зоне осаждения для уменьшения поперечных размеров осаждаемых структур (и наоборот), однако принимать во внимание, что при сравнительно низких температурах вместо порошковых, могут образоваться пленочные структуры.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 20-79-00138). Исследования методом СЭМ и КРС выполнены Центром коллективного пользования «Новые материалы и ресурсосберегающие технологии» Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского.*

1. **Sazanova, T.S.** IOP Materials Science and Engineering / T.S. Sazanova [et al] Conference Series. 2021. V. 1155. Article № 012093.

УДК 66.081.6-278

СМОРОДИН К.А., КРЮЧКОВ С.С., СТЕПАКОВА А.Н., АТЛАСКИН А.А.

## **МЕМБРАННЫЙ КАСКАД ТИПА "НЕПРЕРЫВНАЯ МЕМБРАННАЯ КОЛОННА" ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ИЗ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ТЭЦ**

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,  
Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексева

В настоящее время существует запрос на энергоэффективность и экологичность производственных процессов в связи появления множества экологических проблем, которые требуют немедленного решения.

В связи с увеличением количества производств, растет и количество промышленных выбросов, в частности топочных газов, содержащих диоксид углерода, негативно воздействующих на производственные узлы и окружающую среду.

За последнее столетие концентрация углекислого газа в атмосфере резко увеличилась с 275 до 387 ppm и уже привела к ощутимому повышению температуры на планете, а именно, средняя температура поверхности Земли превышает такое же значение XX века на 0,8 – 1,2°C. Если накопление CO<sub>2</sub> продолжится с текущими темпами, к 2060 г. оно может превысить 560 ppm, что более чем в два раза превышает уровень доиндустриального периода.

Разработанные на сегодняшний день климатические модели предсказывают, что установившаяся тенденция отрицательно повлияет на глобальный климат к 2100 году. В связи с этим в настоящее время разработана стратегия улавливания и секвестрации углерода (CCS - carbon capture and storage), в рамках которой функционирует около 50 промышленных объектов.

Настоящая работа посвящена комплексному моделированию процесса улавливания CO<sub>2</sub> с использованием мембранного каскада типа «Непрерывная мембранная колонна» на примере разделения четырехкомпонентной газовой смеси (O<sub>2</sub> / H<sub>2</sub>O / CO<sub>2</sub> / N<sub>2</sub> = 4,4 / 11 / 11,6 / 73 мол.%).

Этот мембранный каскад включает в себя три мембранных блока, из которых 1 - в секции обеднения (производит поток, обедненный диоксидом углерода), 2 блока - в секции обогащения (производит концентрат CO<sub>2</sub>) и требует три компрессорных узла для производства готового к секвестрации CO<sub>2</sub>.

В ходе многопараметрического анализа было установлено влияние газотранспортных характеристик мембраны на площадь мембраны, необходимую для каждой секции каскада, и

определена взаимосвязь между площадью мембраны каждой секции, степенью извлечения  $\text{CO}_2$  и его чистотой.

В оптимальных условиях мембранный каскад обеспечивает эффективное разделение, улавливая более 90%  $\text{CO}_2$  с его концентрацией в потоке продукта более 95 мол. %.

Был проведен расчет мембранного каскада типа «непрерывная мембранная колонна» для улавливания диоксида углерода из дымовых газов ТЭЦ мощностью 600 МВт.

*Выполнено при поддержке Российского научного фонда, грант № 21-79-00222.*

УДК 66.081.6-278

СМОРОДИН К.А., КРЮЧКОВ С.С., СТЕПАКОВА А.Н., АТЛАСКИН А.А.

### **ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИМЕРНЫХ ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ МЕМБРАН С ПРИМЕНЕНИЕМ IN-SITU МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ**

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,  
Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В отличие от широко распространенного в настоящее время подхода к моделированию с использованием идеальных газотранспортных характеристик мембраны (полученных для индивидуальных газов) настоящее исследование сфокусировано на моделировании мембранных процессов с учетом эффективных «реальных» значений проницаемости и селективности мембраны на каждой стадии разделения, полученных для конкретных состава, температуры, перепада давления и доли отбора, а также в присутствии паров воды или летучих органических соединений.

В настоящем исследовании рассматриваются эффективные «реальные» газотранспортные характеристики мембраны (коэффициенты проницаемости, диффузии и сорбции), полученные с помощью «in-situ» масс-спектрометрического подхода.

Как известно, ряд промышленных газовых сред содержит значительное количество паров воды и летучих органических соединений, которые являются сильными пластификаторами. Этот факт делает необходимым проведение оценки влияния их присутствия в смеси газов на газотранспортные характеристики полимерных газоразделительных мембран.

В связи с этим для наиболее точного моделирования подобных процессов экспериментальный стенд на основе масс-спектрометрического комплекса Pfeiffer PrismaPro® QMG 250 был модифицирован системой СЕМ (Controlled Evapcohol and Mixing), которая позволяет осуществлять приготовление газовых смесей с парами воды или летучих органических соединений методом динамического смешения потоков, т.е. в реальном времени.

В результате исследования были определены газотранспортные характеристики полуволоконных асимметричных мембран из полисульфона (PSF), плоских коммерчески доступных мембран МДК-3 с применением «in-situ» масс-спектрометрии, при разделении газовой смеси ( $\text{H}_2/\text{N}_2/\text{CH}_4/\text{Ar}/\text{NH}_3=62.53/23.1/7.49/2.38/4.5$  мол. %) , также разделение бинарной газовой смеси  $\text{CO}_2/\text{N}_2$  с изменением концентрации каждого компонента от 5 до 95%.

Кроме того, эти газотранспортные характеристики были сравнены с ранее полученными данными для индивидуальных газов и определено влияние концентрации (разности парциальных давлений) паров воды и одновременного переноса всех компонентов системы на газотранспортные характеристики мембраны.

УДК 542.06

СТЕПАНОВА Е.А., ПЕТУХОВ А.Н., КУДРЯВЦЕВА М.С., МОХНАЧЕВ Н.А.

## **ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ НАПРАВЛЕННОЙ ГАЗОГИДРАТНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ НА КОЭФФИЦИЕНТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КСЕНОНА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Одним из перспективных методов получения ксенона является метод газогидратной кристаллизации. Газовые гидраты представляют собой кристаллические водные полости, внутри которых помещается газовая молекула. Кристаллические полости можно представить в виде многогранников, в каждой вершине которых находится молекула водорода. Газовый компонент удерживается там за счет лондоновских дисперсионных сил притяжения.

Сначала было проведено математическое моделирование процесса направленной газогидратной кристаллизации (дополнительный поток газовой смеси не подается) для выделения ксенона с помощью пакета компьютерного моделирования Aspen Custom Modeler и AspenPlus. Газовая смесь приближена по составу к составу природного газа и содержит следующие компоненты:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $n\text{-C}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Xe}$ .

В ходе математического моделирования изменялся состав газовой смеси, и каждая газовая смесь исследовалась в диапазоне температур от 0 до 10°C.

Максимальный коэффициент распределения ксенона наблюдался в газовой смеси:  $\text{CH}_4$  (76.55 мол.%) -  $\text{C}_2\text{H}_6$  (8.00 мол.%) -  $\text{CO}_2$  (5.00 мол.%) -  $\text{C}_3\text{H}_8$  (4.00 мол.%) -  $n\text{-C}_4\text{H}_{10}$  (3.00 мол.%) -  $\text{N}_2$  (3.00 мол.%) -  $\text{H}_2\text{S}$  (0.30 мол.%) -  $\text{Xe}$  (0.15 мол.%) при  $T = 0^\circ\text{C}$  и давлении  $P = 80$  бар. В этом случае минимально содержание пропана. Такая зависимость может быть объяснена тем, что при уменьшении концентрации пропана, количество заполненных им больших кристаллических полостей уменьшается. Ксенона, начинает занимать свободные полости, так как это энергетически выгодным из-за того, что давление диссоциации пропана близко к давлению диссоциации ксенона.

Наименьший коэффициент распределения наблюдался в смеси  $\text{CH}_4$  (72.85 мол.%) -  $\text{C}_2\text{H}_6$  (8.00 мол.%) -  $\text{CO}_2$  (5.00 мол.%) -  $\text{C}_3\text{H}_8$  (4.00 мол.%) -  $n\text{-C}_4\text{H}_{10}$  (3.00 мол.%) -  $\text{N}_2$  (3.00 мол.%) -  $\text{H}_2\text{S}$  (4 мол.%) -  $\text{Xe}$  (0.15 мол.%) и температуре  $T = 10^\circ\text{C}$  при давлении диссоциации, рассчитанном с помощью математического моделирования. Здесь максимально содержание сероводорода. Сероводород имеет наименьшее давление диссоциации из всех компонентов газовой смеси, поэтому преимущественно заполняет газогидратных ячеек. Ксенон, в основном, занимает и большие и малые полости, а сероводород может заполнять и те, и другие. Поэтому сероводород более конкурентоспособен. В следствие этого коэффициент распределения ксенона уменьшается.

Но, пропан является промотором и увеличивает скорость газогидратообразования. Поэтому важно поддерживать оптимальный уровень этого компонента.

Для экспериментальной верификации математической модели с целью определения оптимального времени процесса была взята смесь  $\text{CH}_4/\text{C}_2\text{H}_6/\text{C}_3\text{H}_8/n\text{-C}_4\text{H}_{10}/\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}/\text{N}_2/\text{Xe}$  с составом: 75.677/ 7.410/ 4.534/ 2.469/ 5.396 / 1.389/ 3.013/ 0.113 мол. % при давлении 4.20 МПа и температуре 7 °С.

Математически смоделированный коэффициент распределения при таком соотношении компонентов составил 3.23, а экспериментально полученный – 2.81, что является близкими значениями и хорошим результатом (степень извлечения составила 75 %).

Таким образом, оптимальное время проведения процесса примерно 4 ч. За это время скорость газогидратообразования достигает максимального и успевает выйти на квазистационарный процесс.

*Выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках научного проекта "Лаборатория «умных» материалов и технологий" проект № FSSM-2021-0013.*

УДК 547.327

СТРАХОВА В.И., САК Ю.В., ШИРШИН К.К.

## **ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ СИНТЕЗ АМИДОВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ПРИСУТСТВИИ МЕТАЛЛ-ОРГАНИЧЕСКИХ КАРКАСНЫХ СТРУКТУР**

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

В последние десятилетия всё большее значение для практического применения приобретают амиды жирных кислот различного строения. Так, N-[3-(диметиламино)пропил]амид жирной кислоты (ДМАПАЖК), получаемый в процессе амидирования жирных кислот (или её эфиров) 3-диметиламино-1-пропиламино (ДМАПА), используется в промышленности в качестве поверхностно-активных веществ, ингибиторов коррозии и при производстве косметических и гигиенических средств, в то время как число потенциальных применений данного амида постоянно увеличивается.

Синтез амидов жирных кислот, несмотря на многолетние исследования, остаётся достаточно интересным направлением развития современной органической химии. Опубликовано значительное количество работ, посвящённых изучению закономерностей синтеза амидов жирных кислот на основе ДМАПА. В данных работах авторами предлагаются различные каталитические и некаталитические (например, избыточное давление, микроволновое облучение) способы ускорения реакции амидирования.

Большой интерес, по сравнению с прочими, вызывают работы, в которых авторами сообщается о каталитической активности соединений различных классов в исследуемой реакции. В подавляющем большинстве работ авторами в качестве наиболее эффективных катализаторов предлагаются контакты основного типа, в то время как синтезу амидов в присутствии кислотных катализаторов в силу ряда объективных и субъективных причин уделено значительно меньшее внимание.

В данный момент на кафедре «Химические и пищевые технологии» ДПИ НГТУ проводятся исследования по изучению активности кислотных катализаторов в процессе амидирования эфиров жирных кислот. Установлено, что введение в систему карбоновых кислот (например, уксусная, тримезиновая и т.д.) и катионитов способствует увеличению скорости процесса. Наиболее интересные на наш взгляд результаты были получены при использовании металл-органических каркасных структур (МОК) на основе хрома, представляющих собой кислоты Льюиса, в качестве катализаторов.

Введение в систему 0,5 % мольн. МОК на основе хрома (синтезированных из терефталевой и тримезиновой кислот) приводит к значительным выходам продукта даже при мягких условиях проведения процесса (выход ~30% при T=80°C). Проведение синтеза с использованием МОК в условиях, сравнимых с промышленным синтезом ДМАПАЖК (T=120-130°C), позволяет достичь количественных выходов продукта за 5 ч. Более того, используемые в работе МОК обладают относительной стабильностью и могут быть применяться многократно (более 3 раз) без значительной потери каталитических свойств.

Варьируя исходные реагенты и их соотношение, в ходе ряда синтезов было установлено исключительное влияние стадии формирования комплексов между первичной аминогруппой и молекулой катализатора на скорость протекания процесса амидирования.

Таким образом, несмотря на установившуюся мировую тенденцию к использованию исключительно основных катализаторов в процессе амидирования эфиров жирных кислот, была установлена возможность успешного проведения процесса и в присутствии кислотных катализаторов. Исследование данного направления представляет интерес как в промышленном, так и фундаментальном плане.

УДК 547.792

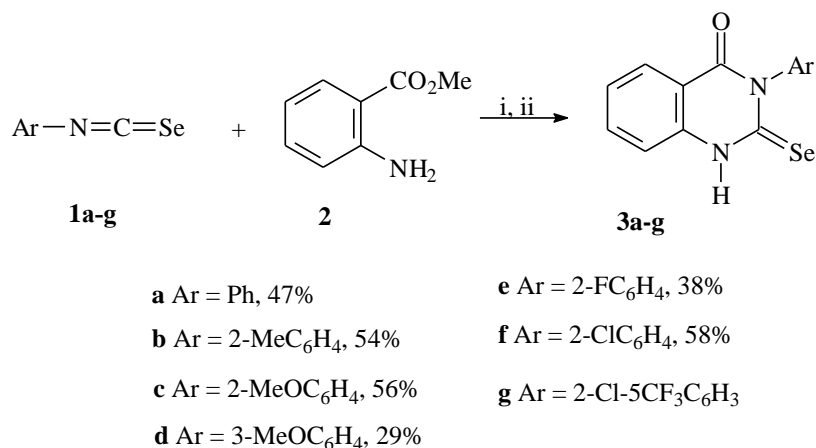
ЧИПИНСКИЙ Е.В., ОСМАНОВ В.К., БОРИСОВ А.В., БОРИСОВА Г.Н.,  
МАЦУЛЕВИЧ Ж.В., КУЗИНА О.В.

### УДОБНЫЙ СИНТЕЗ 3-АРИЛ-2-СЕЛЕНОКСО-1,2,3,4-ТЕТРАГИДРО-4-ХИНАЗОЛИНОВ И ДИСЕЛЕНИДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

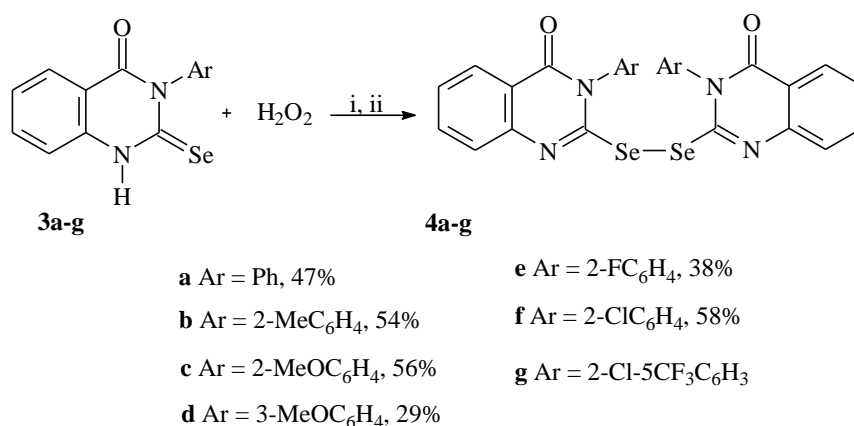
Селеносодержащие органические соединения вызывают значительный интерес химиков и фармацевтов благодаря наличию у них широкого спектра биологической активности, включающего противоопухолевые, кардиопротекторные, антибактериальные, фунгицидные и противовирусные эффекты. Нами синтезированы новые, ранее неизвестные 3-арил-2-селеноксо-1,2,3,4-тетрагидро-4-хиназолиноны и диселениды.

На первом этапе реакцией арилиселеноцианатов (**1a-g**) с метиловым эфиром антраниловой кислоты (**2**) в кипящем этаноле были синтезированы соответствующие 3-арил-2-селеноксо-1,2,3,4-тетрагидро-4-хиназолиноны (**3a-g**).



**Рис.1.** Реагенты и условия: **i**, EtOH, кипячение, 6 ч; **ii**, охлаждение 0 °С, 10 ч.

Далее полученные соединения (**3a-g**) были окислены перекисью водорода в кипящем этаноле в соответствующие диселениды (**4a-g**).



**Рис.2.** Реагенты и условия: **i**, EtOH, кипячение, 1 ч; **ii**, охлаждение 20°C, 10 ч.

Строение полученных соединений доказано методами РСА, ИК-, ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии.

УДК 66.088

ШИРОКОВ Д. А., ТИТОВ Е. Ю., ТИТОВ Д. Ю., БОДРИКОВА Е.Р., СЕРОВ А. И.

## НЕТЕРМИЧЕСКАЯ ПЛАЗМА В СТИМУЛИРОВАНИИ КРЕКИНГА МАЗУТА В ЖИДКОЙ ФАЗЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Запасы тяжелой и сверхтяжелой нефти в мире значительно превосходят разведанный объем легких и средних нефтей. Тяжелые нефти характеризуются высокой вязкостью и плотностью, низким отношением водорода к углероду, высоким содержанием гетеросоединений, асфальтенов и металлов [1]. Традиционные коммерчески доступные гидрокаталитические процессы частично применимы для переработки тяжелых нефтей, однако имеют значительные ограничения для сверхтяжелых нефтей из-за низкой рентабельности.

Настоящая работа посвящена разработке энергоэффективного плазмохимического процесса переработки мазута. При действии электрических разрядов на мазут генерируется неравновесная низкотемпературная плазма [2], которая приводит к образованию активных частиц (радикалы, ион-радикалы и др.). Эти свойства нетепловой плазмы предоставляют большой потенциал для деструкции длинноцепочечных молекул и рекомбинации образующихся радикалов с получением легких углеводородов.

Для исследования превращения мазута при действии нетермической плазмы использовали реактор с двумя графитовыми электродами. Один электрод неподвижный, другой соединен с муфтой и шаговым двигателем. При приближении электродов друг к другу происходит пробой, после которого микропроцессорная схема управления меняет направление движения подвижного электрода, возвращаясь в исходное положение. Автоматизированная система управления плазмохимической установкой обеспечивает генерацию воспроизводимых, контролируемых разрядов для трансформации компонентов нефти в целевые продукты. В составе газообразных продуктов в основном содержится водород (27,6-49,6 %мол), ацетилен (33,6-49,1 %мол), этилен (6,9-12,1 %мол), метан (3,9-9,1 %мол) и углеводороды C3-C5 (3,8-9,3 %мол).

Таким образом, приведенные в работе результаты показывают, что плазмохимический крекинг мазута в жидкой фазе имеет высокий потенциал для увеличения глубины переработки тяжелых нефтяных фракций с получением востребованных продуктов.

### *Библиографический список*

1. **Полетаева, О.Ю.** Тяжелые, сверхвязкие, битуминозные, металлоносные нефти и нефтеносные песчаники // НефтеГазоХимия. 2019. № 1. С. 19–24.
2. **Титов, Е. Ю.** Установка генерации низковольтных разрядов в жидких диэлектрических средах / Д. Ю. Титов, // Химия высоких энергий, 2018, том 52, № 6, С. 519–520.

# 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.

1. **Трифонов, О. Н.** Приводы автоматизированного оборудования / О. Н. Трифонов, В. И. Иванов, Г. О. Трифонова. - М.: Машиностроение, 1991. – 10 с.

УДК 531.383

КЛОКОВ И.И.

**РАЗРАБОТКА ОТЕЧЕСТВЕННОГО МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО ДАТЧИКА**

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

В высокоточных технических устройствах широко применяются датчики угловых скоростей (ДУС) – гироскопические устройства, реагирующие на изменение положения объекта в пространстве и измеряющие его угловую скорость относительно неподвижной системы отсчета [1]. Из всего разнообразия данных датчиков [2] микромеханические ДУСы (МДУСы) имеют ряд преимуществ – малые габариты и вес, сравнительно невысокую стоимость, отсутствие вращающихся и движущихся частей (роторов, карданных подвесов и т. д.) - за счет применения чувствительных микромеханических гироскопов с кольцевым резонатором. В них сигнал сразу обрабатывается интегрированной в МДУС микросхемой, что обеспечивает высокую надежность и стабильность его работы в сложных условиях.

Представлен отечественный МДУС модели Т-3М и проведено его сравнение с аналогами, в том числе и импортными, согласно приведенной таблице.

*Таблица 1.*

**Сравнение модели МДУС с другими устройствами**

<b>Технические характеристики</b>	<b>Т-3М ДУС</b>	<b>ММГ-ЭП1[3]</b>	<b>МДУС [4]</b>	<b>ADXRS646BBGZ [5]</b>	<b>1.1.1 ENV-05DB-S2 [6]</b>
Диапазон измерения, °/с	900	450	200	300	80
Нелинейность передаточной характеристики, %	0,2	0,4	0,013	0,01	-
Полоса пропускания, Гц	160	100	50>	1000	-
Нестабильность смещения нуля (по дисперсии Аллана), °/с	0,05	-	0,58	±33	-
Среднее значение нулевого сигнала, °/с	0,05	-	-	-	0,1
Напряжение питания, В	3,3	5	5	6	5
Диапазон рабочих температур, °С	-60...+60	-55...+85	-40...+85	-40...+10	-30...+80
Потребляемая мощность, Вт	<0,5	<0,3	<0,35	0,024	-

**Библиографический список**

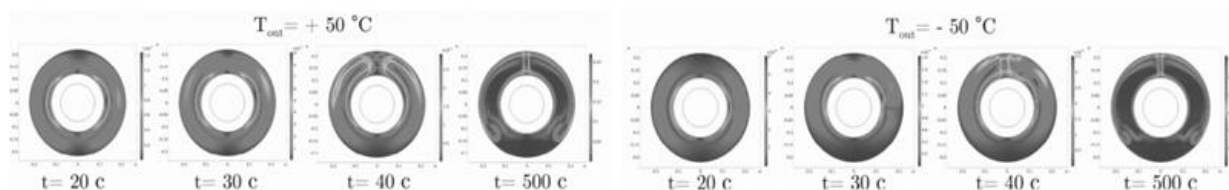
1. **Журнал «Наука и техника».** Главное – внутри. «Мозг» ракеты. [Электронный ресурс]. – URL доступа: <https://naukatehnika.com/mozg-raketyi.html>

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА СИСТЕМУ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ УТЕЧЕК ИЗ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДУШНОГО ТРУБОПРОВОДА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

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

Каждый современный летательный аппарат оборудован большим количеством систем для безопасного и комфортного управления. Эти системы не могут работать, без второстепенных, которые производят постоянный мониторинг с целью предотвращения неисправностей. Одной из них является система контроля, предназначенная для детектирования утечек из трубопровода систем кондиционирования воздуха.

Температура окружающей среды влияет на нее за счет регуляции интенсивности тепловых потоков, проходящих через внешнюю границу теплоизоляционной оболочки. Так, чем выше окружающая температура, тем больше величина теплового напора и скорость течения охлаждающего воздуха. Математически увеличение температуры окружающей среды неотлично. Рассматривать эти явления по отдельности не имеет смысла и в эксперименте останавливаются только на вариации температуры окружающей среды. На рис. 1 приведены поля скорости и температуры в различные моменты времени для референсных значений управляющих параметров, за исключением температуры окружающей среды, изменялась в диапазоне значений  $T_{out} \in [-50, 50]$  °C с шагом дискретизации 5 °C. Трубопровод считается поврежденным справа.



**Рис. 1. Поля модуля скорости в различные моменты времени для крайних значений температуры окружающей среды  $T_{out} = -50$  °C и  $T_{out} = +50$  °C**

В начале температура трубопровода равна температуре окружающей среды. Затем нагретая внутренняя стенка начинает отдавать тепло, которое вызывает появление конвективного течения. Часть теплоизолятора напротив повреждения нагревается немного быстрее, поэтому начальное конвективное течение имеет максимум интенсивности именно в этой области. По мере развития область наибольшей скорости постепенно перемещается вверх. Легкая асимметрия течения, вызванная слабой неоднородностью температуры, со временем сглаживается и становится незаметной на больших временах.

Время развития течения находится в сильной взаимосвязи с характерным тепловым временем, а поэтому значение  $T_{out}$  не сказывается на скорости процесса. С другой стороны, температура окружающей среды стоит в знаменателе числа Рэлея и наравне с температурой внутренней поверхности трубопровода задает его максимальное значение. Одновременно с ним увеличиваются средняя и максимальная температуры поверхности теплоизолятора.

С увеличением температуры окружающей среды максимальное значение сигнала падает. Изменения незначительны и находятся в диапазоне значений  $\delta Signal \in [0.031, 0.037]$  °C. Отметим наличие небольшого максимума на кривой функции  $T_{sn}(t)$ . Его величина убывает одновременно со значением  $T_{out}$ . Это означает постепенное сужение теплового пика на профиле по мере увеличения температуры окружающей среды.

Таким образом, можно сделать вывод, что температура окружающей среды влияет незначительным образом на систему детектирования утечек из высокотемпературных трубопроводов и на точности получаемых данных это не отражается.

1. **Воронин, Г.И.** Системы кондиционирования воздуха на летательных аппаратах. / Г.И. Воронин.- М: Машиностроение, 1973. - 444 с.

УДК 621.389

КУЗНЕЦОВ Г.Д., БУРОВ В.Н.

## **ЦИФРОВЫЕ NTP-ЧАСЫ С СИНХРОНИЗАЦИЕЙ ВРЕМЕНИ ПО WI-FI ДЛЯ БЫТОВОГО ПРИМЕНЕНИЯ**

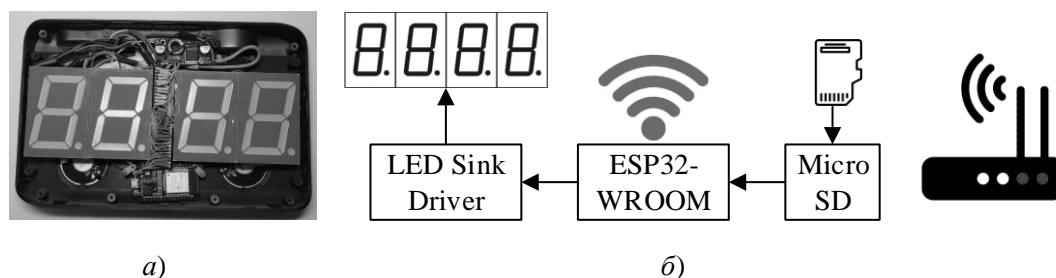
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Цифровые настенные часы с возможностью синхронизации времени через Wi-Fi являются полезным электронным аксессуаром для любой квартиры или небольшого офиса. В настоящее время большинство производимых моделей NTP-часов предназначены для использования на крупных предприятиях и в больших помещениях (АЗС, парковки, торговые центры, стадионы и т.д.). Такие модели достаточно дороги, имеют значимые размеры и стоимость, а также могут использовать способ синхронизации посредством порта RJ45. Тем не менее, у частных пользователей, домохозяйств и малых офисов тоже имеется значительная потребность в данных устройствах.

Использование наземных радиовещательных сигналов точного времени (например, DCF-77 и WWVB) требует разработки приемного модуля и мер по обеспечению приема такого сигнала, что приводит к удорожанию прибора. Кроме того, зарубежные сигналы точного времени не принимаются на большей части территории РФ, а передающие станции отечественных сигналов возможно будут демонтированы в ближайшее время.

Предлагается разработать прототип недорогих и простых в производстве электронных NTP-часов для бытового применения. Основой прибора является IoT-платформа ESP-WROOM-32 DevKit v1. Преимущества платформы: низкая цена, доступность для покупки в России, расширенная библиотека функций, открытая лицензия для средств разработки, отсутствие необходимости использования специального программатора, производительный двухъядерный микроконтроллер esp32.

На рис. 1б показана структурная схема прибора. Часы имеют внешний источник питания 5-12 В. В макете на рис. 1а использованы сегментные индикаторы CPD23011 в сочетании с LED-драйверами MBI5026.



**Рис. 1. Макет прототипы (а) и структурная схема часов (б)**

Процедура конфигурирования прибора состоит в передачи идентификатора сети Wi-Fi и пароля путем предварительной записи их на micro-SD карту. При первом включении

прибор считывает параметры Wi-Fi сети и сохраняет их во внутреннюю flash-память (512 байт). Внешняя micro-SD карта требуется однократно в момент конфигурации сети Wi-Fi. Выбранный дизайн упрощают разработку и снижают себестоимость прибора, поскольку не требуется разрабатывать мобильное приложение и проводить дополнительные Ethernet-кабели.

УДК 531.383

МАКАРЦЕВА Т.В.

## **БЕСКОНТАКТНЫЙ ДАТЧИК СИГНАЛИЗАЦИИ ПРОТЕЧКИ ВОДЫ**

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

Литературный обзор и патентный поиск показывают наличие на отечественном рынке ряда систем по сигнализации протечки воды. Самая распространённая система - «Аквасторож» [1,2]. Однако основным ее недостатком является отсутствие в наборе функций возможности использовать телефонную сеть для оперативного информирования и оповещения о нештатной ситуации.

Датчик предполагается использовать в системе «Умный дом», он должен передавать информацию о наличии жидкости в зоне чувствительности в систему автоматического управления. При этом происходит дублирование сигнала в виде звукового оповещения. Датчик может выполнять функции и автономного изделия, помимо составной части системы «Умный дом».

Чувствительным элементом проектируемого датчика является сенсор [1], который детектирует наличие жидкости на рабочей поверхности. По техническим требованиям, предъявляемые к аналогичной аппаратуре, рабочая площадь сенсора должна быть не менее 15 мм<sup>2</sup>. Аналоговый сигнал с сенсора поступает на инструментальный усилитель, после чего сигнал подаётся на вычислительное устройство. Инструментальный вычислитель выполняет очень важную роль – усиление малого сигнала с первичного преобразователя. Основное требование к данному усилителю – минимальный дрейф нулевого сигнала.

На вычислительном устройстве осуществляется реализация математического алгоритма. Она заключается в обработке аналогового сигнала с инструментального усилителя и определении уровня влажности. Как только величина аналогового сигнала превышает определенный уровень, вычислительное устройство формирует команду для узла беспроводной связи и динамик. Посредством узла беспроводной связи формируется команда «Осторожно вода», и на центральное устройство системы «Умный дом» поступает соответствующий сигнал. С целью привлечения большего внимания к протечке формируется звуковой сигнал усилителем низких частот.

Для обеспечения правильной работы используется диагностический узел, основная задача которого – мониторинг аккумуляторной батареи. При низком заряде батареи вычислительное устройство переводит датчик в режим экономии энергии, что позволяет и на низком заряде продолжить работу. При этом звуковое оповещения отключено, сформирован сигнал «малый заряд батареи», но по беспроводному каналу на минимальной мощности происходит передача информации в головное вычислительное устройство.

Учитывая важность безошибочного определения протечки, в системе предусмотрено четырехкратное резервирование измерительного тракта. В составе цепей резервирования используются четыре измерительных сенсора и два сдвоенных инструментальных усилителя.

### *Библиографический список*

1. **Горячева, Е.П.** Современные системы определения протечки воды /Е.П. Горячева, А.А. Прошин, Н.К. Юрков // NovaInfo.Ru. - 2016. -Т. 1.- № 55. С. 45-49.
2. **Горячева, Е.П.** Радиочастотная идентификация как элемент контроля объектов / Е.П. Горячева, И.И. Каримов, А.М. Мухамбетов // Надежность и качество: Труды международного симпозиума. 2016. № 2.- С. 154-155.

УДК 658.5

ПОЛОВИНКИНА А.А., ЛАЗАРЕВА Е.И.

### **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ЗАМКАМИ ДВЕРЕЙ**

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

Основной задачей в современном производстве автомобилей является проектирование и производство продукции, соответствующей мировому уровню, для обеспечения конкурентоспособности, которая определяется качеством, надежностью и безопасностью эксплуатации устройств. Для реализации этой задачи все крупные производители транспортных средств в обязательном порядке требуют от поставщиков сертификацию на соответствие требованиям стандарта систем менеджмента качества автомобильного сектора, известного под названием IATF 16949.

Учитывая, что современный автомобиль буквально напичкан электроникой и, наряду с развитием механических систем автомобиля, инженеры постоянно стремились добавить электронную начинку, сделать машину безопаснее, управляемее и «умнее», вопрос качества конечной продукции очень важен.

Кроме того, требования потребителя с каждым годом растут в части обеспечения функций комфорта автомобиля. К системе комфорта относится центральный замок, предназначенный для одновременного запирания или отпирания всех дверей автомобиля, что предполагает наличие единого электронного блока управления на все двери.

В данной работе рассмотрена проблема повышения качества и надежности блока управления замками дверей, а именно разработка технологической операции сборки блока с учетом требований, предъявляемых к системе менеджмента качества предприятия в рамках подготовки производства. В качестве базы современных требований международных стандартов в работе предлагается использовать требования IATF 16949:2016 в части метода перспективного планирования качества продукции (Advanced Product Quality Planning – APQP) и анализа причин и последствий потенциальных дефектов FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) [1].

Для решения данной задачи необходимо:

- изучить по литературным источникам роль применения методик APQP и FMEA в управлении качеством изделий при разработке технологического процесса;
- изучить конструкцию и назначение устройства «Блок управления замками дверей» и оценить его технологичность;
- сформировать структуру технологического процесса;
- разработать технологическую документацию в соответствии с требованиями IATF 16949:2016;
- провести оценку эффективности использования методик APQP и FMEA при разработке технологического процесса;
- сделать выводы о возможности снижения рисков, связанных с проектированием техпроцесса с применением методик APQP и FMEA[2].

### *Библиографический список*

1. **Лазарева, Е.И.** Проблемы обеспечения качества электронных средств на приборостроительном предприятии / Е.И. Лазарева, О.Н. Кирсанова // Будущее технической науки: материалов XIX Всероссийской молодежной научно-техн. конф.; – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева. –2020. – С. 98-99.
2. **Кирсанова, О.Н.** Повышение качества электронных средств на основе методик APQP и FMEA / О.Н. Кирсанова, Е.И. Лазарева, Н.П. Ямпурин //«Надежность и качество». Труды Междунар. Симпозиума. - 2021. – Т.1.- с.25-29.

УДК 627.81

ПОЛУЭКТОВА А.Д.

### **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ УГЛОВОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПОВОРОТНЫХ ОСЕЙ СТАНКА ЧПУ**

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

В области точного приборостроения требования к качеству изготовления отдельных элементов и деталей неуклонно возрастают, поэтому актуальной задачей является повышение точности позиционирования и повторяемости осей ЧПУ станков. Для исключения погрешностей в станкостроении широко применяется использование оптических линеек, контролирующих фактическое перемещение органов станка и корректируют при необходимости управляющий сигнал. Однако оптические линейки контролируют только линейные перемещения, а для более точных результатов и исключения ошибок перемещения также необходим контроль углового перемещения осей.

В работе предлагается установить на вал поворотной оси станка ЧПУ электронный энкодер и заменить стандартный драйвер шагового двигателя на «гибридный», имеющий возможность подключения энкодера. Это позволит непосредственно в процессе механообработки деталей сравнивать сигнал с управляющего контролера (размер, заданный в управляющей программе) с сигналом с энкодера (фактически отработанный размер) и при необходимости формировать дополнительный корректирующий сигнал на двигатель.

Предлагаемая система позволит исключить ошибки позиционирования и перемещения инструментов механообработки за счет контроля фактических перемещений и непрерывной коррекции управляющих сигналов.

В работе была выполнена оценка точности позиционирования инструментов модернизируемого станка ЧПУ. Анализ показал, что основными факторами, влияющими на точность позиционирования инструментов, являются:

- электромагнитные помехи от драйвера;
- собственная погрешность шагового двигателя;
- несоосность вала шагового двигателя и вала поворотной оси;
- конструктивно-технологические погрешности изготовления ремня, передающего вращение от шагового двигателя на поворотную ось.

Учитывая влияющие факторы, основываясь на технических характеристиках станка и каталожных данных его узлов и деталей, аналитически была вычислена максимальная относительная погрешность позиционирования инструмента, которая составила 0,256 %.

Так же в работе были проведены экспериментальные исследования, заключающиеся в определении фактического перемещения поворотной оси ЧПУ станка при двадцати полных оборотах оси с замером смещения угла от нулевой точки. Для контроля погрешности поворота использовался индикатор часового типа на магнитной стойке, закрепленной на

шпинделе станка. Среднее значение экспериментально определенной погрешности составило 0,193 %.

Далее была выполнена оценка точности разработанной системы измерения и контроля углового перемещения поворотных осей станка ЧПУ. Численные оценки показали, что с учетом влияния всех выявленных факторов максимальная относительная погрешность измерения составит 0,052 %. Следовательно, при использовании данной системы точность измерения углового перемещения поворотных осей станка ЧПУ и позиционирования инструмента повышается примерно в четыре раза.

Таким образом, результаты исследований подтвердили высокую точность разработанной системы измерения и контроля углового перемещения поворотных осей станка ЧПУ, внедрение которой позволит значительно повысить точность механообработки деталей.

УДК 67.05

РЯБОВ А.С.

### **ДИСТАНЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ДЛЯ БОРТОВОГО ПОГРУЗОЧНОГО КРАНА САМОЛЕТА АН-124**

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

Под технологичностью конструкции самолета и его агрегатов понимают комплекс их свойств, позволяющих при сохранении заданных эксплуатационных показателей, включая и ремонтпригодность, изготавливать рассматриваемую конструкцию с меньшими производственными затратами и в наиболее короткие сроки.

Стремление к высокой технологичности конструкции стало одним из основных принципов конструирования современных самолетов.

С целью улучшения показателей технологичности на самолете Ан-124 разработана дистанционная система управления (ДСУ) бортовым погрузочным краном (БПК). Изделие ДСУ состоит из коробки дистанционной системы управления (КДСУ), пульта дистанционного управления (ПДУ), аккумуляторной батареи подогрева (АКБП) и трех кабелей.

Конструктивно КДСУ состоит из жесткого корпуса с выходным разъемом и электронного модуля на печатной плате. Корпус сборный, обечайка гнется из листового материала и в месте соединения сваривается, что обеспечивает жесткость конструкции. Данная конструкция технологична, не требует больших затрат в подготовке производства. Конструкция печатной платы выполнена на смешанной элементной базе SMD компонентов поверхностного монтажа и штырьковых ЭРИ. Конструкция блока позволяет извлекать плату из корпуса с целью обеспечения доступа ко всем элементам платы со всех сторон для отыскания неисправностей.

Пульт ПДУ состоит из сборного корпуса, плат и элемента питания. Корпус сборный, из крышек и лицевой панели, изготовление которых возможно литьем под давлением в пресс-форму. Данный метод предполагает изготовление дорогостоящей пресс-формы с длительным сроком окупаемости при мелкосерийном производстве. Альтернативным методом является литье в силиконовую форму. Конструкция печатных плат выполнена на смешанной элементной базе SMD компонентов поверхностного монтажа и штырьковых ЭРИ. В изделии применено теплозащитное покрытие RE-THERM АНТИФРИЗ. Метод нанесения данного покрытия не требует дополнительных затрат на подготовку производства,

что технологично. Изделие ПДУ – ремонтпригодно, так как конструкция позволяет легко извлекать платы из корпуса при необходимости проведения их ремонта.

В целом дистанционная система управления бортовым погрузочным краном технологична при серийном производстве.

Таким образом, можно с достаточным основанием утверждать, что возможность удешевления самолета, как и всякого изделия машиностроения, за счет соответствующего совершенствования конструкции в большинстве случаев не меньшая, чем возможность ее удешевления в результате улучшения технологических процессов. Технологическая рационализация конструкции, не требуя серьезных затрат для осуществления, приносит большой производственно-экономический эффект.

### ***Библиографический список***

1. **Ендогур, А.И.** Конструкция самолетов./А.И.Ендогуров. – М.: МАИ-ПРИНТ, 2012. – 495 с.
2. **Толмачев, В.И.** Самый большой и грузоподъемный самолет мира // Наука в СССР. - 1986. - № 5. С. 17-23.

УДК 621.3

САВЧУК В.С., ШАРУТИН Д.М., ПЛЕХОВ А.С.

## **ТЕХНОЛОГИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ЦИФРОВЫХ КОМПЛЕКСОВ РАДИОГРАФИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В наш бурный век развития технологий практически невозможно найти отрасли промышленности, где бы не использовались слова цифровые технологии. В данном случае это действительно одна из многих передовых технологий, способных качественно повысить уровень производительности смежных областей, таких как машиностроение, металлообработка и прокатка, и, безусловно сварка [1].

Комплексы цифровой радиографии на базе плоскопанельных детекторов (ППД) предназначены для проведения неразрушающего рентгено- и гаммаграфического контроля промышленных объектов, измерения линейных размеров объектов и дефектов на получаемых при этом цифровых изображениях, а также для обработки и архивирования полученных изображений.

Принцип работы основан на получении и цифровой обработке изображения контролируемого объекта. Гамма – или рентгеновское излучение, попадая на рабочую поверхность детектора, преобразуется в цифровое изображение. Полученное изображение передается на ЭВМ оператора для последующей обработки при помощи программного обеспечения и дальнейшей интерпретации.

Рассматривая конкретику, хочется сказать, что технология достаточно молодая, первые образцы появились в середине 2000-х и начали широко идти по миру в середине прошлого десятилетия, а у нас то и так не далее, чем как пару лет [2].

Реализация технологии предусматривает только защищенное исполнение, так как используется в строительных отраслях промышленности, а с учетом специфики достаточно хрупко для нее.

В условиях лаборатории неразрушающего контроля сварочных работ, автор имел возможность ознакомиться с данным типом оборудования и подметить определенные технические и технологические характеристики и недочеты. Среди них такие как: достаточно сложное освоение и интерпретация полученных цифровых изображений, связанных скорее со специфичностью подобного подхода к контролю строительных работ.



Из плюсов же, явное преимущество в отсутствие расходных элементов, таких как рентгеновские пленки, проявители, растворители и экраны для фокусировки, особенно с учетом недоступности отечественных производителей. Так же стоит отметить заметно более высокое качество полученных результатов и более высокую выявляемость брака, что особенно важно на опасных промышленных объектах, в том числе оборонной сфере.

С учетом полученного опыта в дальнейшем планируется работа с ПО для увеличения его интуитивности, а также возможность разработки нового контроллера для светодиодных цифровых матриц, с целью возможности работы ППД на элементах контроля под продуктом (для нивелирования расхождения видимых слоев).

### ***Библиографический список***

1. **ГОСТ ISO 17636-2-2017.** Неразрушающий контроль сварных соединений. Радиографический контроль. - М.: Стандартинформ, 2018.

УДК 621.783

ТУРСУНОВ М.Ю.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ КОТЛОАГРЕГАТА**

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

Системы автоматического контроля – одно из наиболее важнейших направлений приборостроения. С их помощью функции управления и контроля, ранее выполнявшиеся человеком, передаются приборам и автоматическим устройствам. Введение автоматизации на производстве позволяет значительно повысить производительность труда, обеспечить стабильное качество выпускаемой продукции, сократить долю рабочих, занятых в различных сферах производства [1]. В докладе предлагается разработка системы автоматического контроля коэффициента полезного действия котлоагрегата.

В ходе технологического процесса необходимо строго контролировать параметры работы котлоагрегата, такие как: температура перегретого пара, давление в барабане, уровень в барабане и т. д. Самым важным параметром является коэффициент полезного действия (КПД) котлоагрегата. На основании КПД можно судить об эффективности агрегата и его пригодности для дальнейшей эксплуатации. Операторам котлоагрегата необходимо принимать своевременные решения для поддержания заданных параметров, для чего они производится расчет КПД котла в ручном режиме. Это не позволяет оперативно реагировать на изменения технологического процесса. Поэтому актуальна задача наглядного отображения КПД котлоагрегата в реальном времени.

Для решения данной задачи был разработан программный модуль и внедрен в автоматизированную систему управления технологическим процессом (АСУ ТП) на базе программно-технического комплекса (ПТК) SIEMENS SIMATIC step 7 котлоагрегата БКЗ 220-100-9 производства Барнаульского котельного завода (с рабочим давлением 9,8 МПа и температурой перегретого пара 340 °С) [2]. ПТК предназначен для выполнения функций сбора, первичной обработки входных сигналов, автоматического управления и регулирования, технологических защит, блокировок и сигнализации, функций отображения информации, дистанционного управления технологическим процессом, дистанционной настройки системы.

В докладе приводится блок-схема системы автоматического контроля коэффициента полезного действия котлоагрегата и разработанная программа для вычисления КПД. В блок-

схему входят: логика вычисления КПД котлоагрегата; функциональные блоки; линии связи с первичными преобразователями физических величин и блок вывода данных.

Особенностями данной разработки в новизне и актуальности. Разработка реализована на современном программно-техническом комплексе и может быть внедрена на подобных комплексах по всей стране. Основным достоинством разработанной системы является наглядность и возможность в реальном времени отслеживать значение КПД на компьютере оператора котлоагрегата, что позволяет своевременно вносить коррективы в технологические процессы и добиваться оптимальных значений, тем самым повышая энергоэффективность. Разработка может быть усовершенствована и дополнена еще несколькими функциональными блоками и первичными преобразователями для измерения калорийности природного газа для более точных результатов. Итогом работы является ее внедрение на производство АО «СГК» г. Саров.

#### ***Библиографический список***

1. **Ананченко, В.Н.** Системы автоматического контроля / В.Н. Ананченко, В.М. Цыбрий / - Ростов н/Д.: ДГТУ, 2013. – 210 с.
2. **Стерман, Л.С.** Тепловые и атомные электрические станции. / Л.С. Стерман, В.М. Лавыгин, С.Г. Тишин. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 416 с.

# ЭКОНОМИКА, МЕНЕДЖМЕНТ И ИННОВАЦИИ

---

УДК 330.342

АСАДУЛЛИН М.А., МУРАШОВА Н.А.

### АНАЛИЗ ИНДУСТРИАЛЬНОГО И ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Устойчивое развитие (англ. sustainable development) – процесс изменений, в котором эксплуатация природных ресурсов, направление инвестиций, ориентация научно-технического развития, развитие личности и институциональные изменения согласованы друг с другом и укрепляют нынешний и будущий потенциал для удовлетворения человеческих потребностей и устремлений [1]. Цели устойчивого развития в полной мере соответствуют целям приоритетных национальных проектов, перечню показателей, оценивающих эффективность деятельности губернаторов, и стратегии национальной безопасности [2;3;4].

Одной из ключевых целей устойчивого развития является создание стойкой инфраструктуры, содействие всеохватной и устойчивой индустриализации и инновациям. Данной цели соответствует следующая задача: активизация научных исследований, наращивание технологического потенциала промышленных секторов.

Оценка и анализ уровня развития индустриализации и инноваций в регионах России основаны на исследовании следующих показателей:

- число разработанных передовых производственных технологий;
- удельный вес инновационных товаров, работ, услуг;
- коэффициент изобретательской активности.

Передовые производственные технологии – технологии и технологические процессы, управляемые с помощью компьютера или основанные на микроэлектронике и используемые при проектировании, производстве или обработке продукции. Технология считается разработанной и сведения о ней включаются в отчет только при успешном завершении приемочных испытаний и наличии полного комплекта технической документации [5]. Показатель характеризует развитие научно-технической сферы и инновационное развитие экономики страны и региона.

Удельный вес инновационных товаров рассчитывается как отношение отгруженных инновационных товаров, работ, услуг организаций наукоемких видов экономической деятельности, созданных на территории Российской Федерации, к общему объему отгруженных товаров, выполненных работ и услуг [5]. Данный показатель отражает конкурентоспособность и устойчивость инновационного развития.

Коэффициент изобретательской активности рассчитывается Росстатом на основе данных Роспатента с учетом данных о численности постоянного населения и определяется отношением числа отечественных патентных заявок на изобретения, поданных в России, к 10000 численности постоянного населения на 1 января года, следующего за отчетным [5]. Чем выше уровень изобретательской активности, тем больше научный потенциал, который является базисом будущих передовых технологий.

В данном исследовании использовалась статистическая информация из официальных источников (Федеральной службы государственной статистики [6]). Объект исследования Приволжский научно-производственный центр (ПФО).

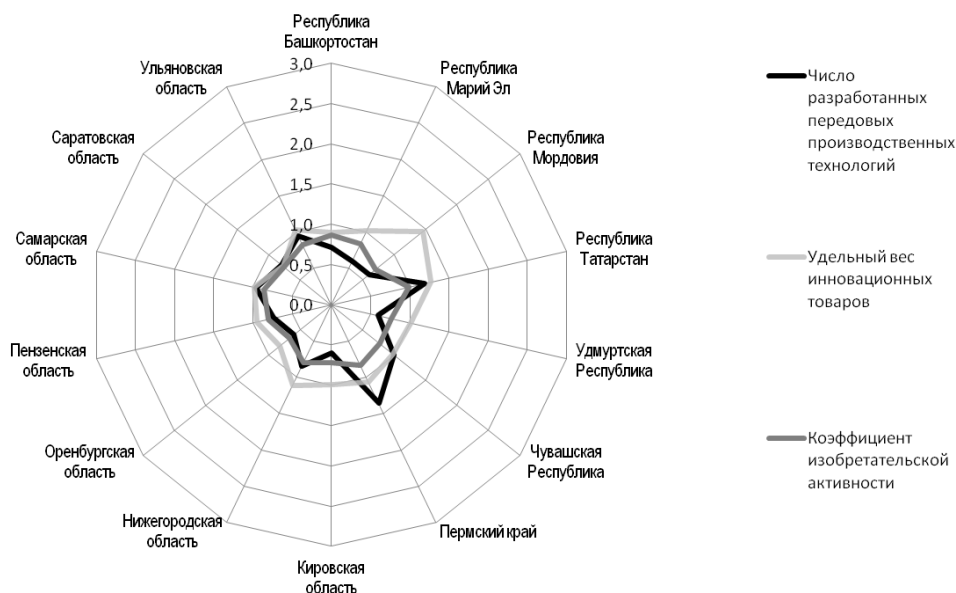
Полученные исходные статистические данные были пронормированы по формуле

$$y = \frac{3}{1 + \exp\left(\frac{b+a-2x}{b-a} \ln 2\right)}$$

где  $y$  – нормированный (преобразованный) показатель;  $x$  – исходный показатель;  $b$  – целевое значение;  $a$  – пороговое значение.

С целью проведения сравнительного анализа показатели приводятся к безразмерному виду и единым пределам возможных изменений. В данном исследовании используется модель «светофора» содержит три зоны риска: если выше целевого значения (от 2 до 3) – «зеленая» зона, если между пороговым и целевым значениями (от 1 до 2), то в «желтую» зону, если значение показателя лежит ниже порогового значения (от 0 до 1), то он попадает в «красную» зону [7].

На рис. 1 представлена диаграмма состояния индустриального и инновационного развития в ПФО в 2019 г.



**Рис. 1. Состояние индустриального и инновационного развития в ПФО в 2019 г.**

Анализ уровня индустриального и инновационного развития ПФО демонстрирует, что большинство регионов находятся в «красной» зоне. Причинами могут являться: неудовлетворительный деловой климат, низкая доля организаций, осуществляющих технологические инновации. Кроме того, нашу страну отличают низкие показатели развития бизнес-среды и слабая степень развития венчурных компаний [8]. Относительное лидерство Республики Мордовия и Пермского края может объясняться тем, что эти регионы входят в Ассоциацию инновационных регионов России и успешно реализуют проекты ассоциации [9].

Низкий уровень изобретательской активности приводит к отсутствию разработок новых технологий, что отражается на производстве инновационной продукции. Причины этих процессов требуют дополнительного исследования.

### **Библиографический список**

1. Устойчивое развитие [Электронный ресурс]. – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable\\_Economics](https://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable_Economics)

2. Перечень показателей оценки эффективности деятельности губернаторов. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400181504/>
3. Стратегия национальной безопасности [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401325792/>
4. Цели приоритетных национальных проектов [Электронный ресурс]. – URL: <https://национальныепроекты.рф/>
5. Цель «Индустриализация, инновации и инфраструктура» [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/sdg/data/goal9>
6. Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: <http://rosstat.gov.ru>
7. **Митяков, С.Н.** Анализ кризисных явлений в экономике России с использованием быстрых индикаторов экономической безопасности / С.Н. Митяков, Е.С. Митяков // Проблемы прогнозирования, 2021. – № 3. – С. 29-40.
8. **Матковская, Я.С.** Почему Россия не инновационная страна? (инновационный потенциал России: тенденции и перспективы) // Национальные интересы: приоритеты и безопасность, 2014. – № 10. – С. 25-37.
9. Сайт Ассоциации инновационных регионов России [Электронный ресурс]. – URL: <https://i-regions.org/>

УДК 659

БУРЗИЛОВА Д. Д., МУРАШОВА Н. А.

## **ПРОБЛЕМАТИКА PR – ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

На сегодняшний день российский рынок образовательных услуг отличается высоким уровнем конкуренции. Вузы вынуждены искать новые пути повышения своей привлекательности в глазах конечного потребителя. Специфика рынка высшего образования определяется, прежде всего, сложившейся негативной демографической ситуацией, возрастающим дефицитом абитуриентов в связи с уменьшением общего количества выпускников школ и усилением межвузовской конкуренции.

Необходимость борьбы за ресурсы и абитуриентов требует от университетов инновационного подхода, включающего эффективное использование всех методов повышения своей конкурентоспособности на рынке, в том числе механизмов неценовой конкуренции [2], связанных с репутацией и имиджем.

Зарубежные исследователи считают, что современной литературы «недостаточно для объяснения процессов формирования имиджа в контексте сферы высшего образования» [3]. Ряд российских ученых на практике выявили существующий разрыв между необходимостью внедрения имиджевых технологий для конкурентного положения вузов и отсутствием реального внимания к этому вопросу.

Изучение имиджа вуза, факторов, его определяющих, механизмов формирования и поддержания напрямую связаны с их успешным функционированием и развитием на рынке образовательных услуг, разрушением ложных стереотипов в общественном сознании, формированием реального положительного имиджа университета.

В сфере применения комплекса PR в высших учебных заведениях можно выделить ряд основных проблем.

Во-первых, структура числа бюджетных мест на укрупненные группы специальностей не соответствует запросу со стороны абитуриентов [4], а также спросу реального сектора экономики на специалистов с определенным набором компетенций.

Во-вторых, темпы изменения рынка труда увеличились. Интенсивность научно-технического развития оказывает существенное влияние на комплекс компетенций, которыми должны обладать специалисты разных профессий. В частности, сегодня это привело к резкому снижению количества ИТ специалистов на рынке труда [4]. Высшие учебные заведения не успевают реагировать на динамично меняющиеся требования, предъявляемые к выпускникам со стороны государства, общества и реального сектора экономики.

В-третьих, отсутствует единая система выявления требований, предъявляемых к будущему специалисту со стороны потенциального работодателя.

В-четвертых, продвижение образовательных услуг большинством вузов осуществляется с использованием методов, не соответствующих современному уровню.

Таким образом, если не строить, не управлять и не контролировать развитие образовательного пространства на макро- и микроуровне, оно не будет отвечать новой образовательной парадигме, не сможет оставаться комплексным и системным и, конечно, не будет интегрироваться в глобальную образовательную среду. Поэтому создание эффективной системы коммуникаций, реализуемой в процессе PR-деятельности, становится одной из самых приоритетных задач современного образовательного учреждения.

Сегодня для эффективного продвижения вуза очень важно разрабатывать целостную систему интегрированных маркетинговых коммуникаций, объединять коммуникационные ресурсы различных технологий PR и продвижения.

#### *Библиографический список*

1. **Карданова, К.А.** Технологии продвижения образовательных услуг высших учебных заведений // Научный альманах. - 2016.-N 12-1 (26). - С.151- 154.
2. **Шарков, Ф.И.** Константы гудвилла: стиль, паблисити, репутация, имидж и бренд фирмы: учебное пособие / Ф.И. Шарков.– М. : Дашков и Ко, 2012. – 272 с.
3. **Sultan P.** Service quality in a higher education context: An integrated model / P. Sultan, H.Y. Wong // Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics. – 2012. – V. 24. – No 5. – P. 755–784.
4. **Митяков, С.Н.** Цифровая экономика: новые вызовы системы образования / С.Н. Митяков, О.И. Митякова, Н.А. Мурашова // Инновации, -2019. – №11. – С. 2-9.

УДК 330.342

ВОЛОШИНА К.М.

### **ПРОБЛЕМА ДОСТУПНОСТИ ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ ДО ТРЕХ ЛЕТ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Аннотация: рассмотрены основные проблемы реализации всеохватного дошкольного образования для детей в возрасте до трех лет в России (на примере Республики Коми).

В 2015 году Генеральная ассамблея ООН разработала план устойчивого развития, направленный на решение социальных проблем и защиту нашей планеты [1]. Одной из ключевых целей устойчивого развития является образование. Поскольку возможность получения высокоуровневого образования сокращает вероятность нищеты, безработицы, а также способствует достижению гендерного равенства [2].

Современные программы дошкольного образования направлены на разностороннее развитие детей с учетом их возрастных и индивидуальных особенностей. Именно поэтому

одной из приоритетных задач государственной политики в сфере дошкольного образования является «создание условий для раннего развития детей в возрасте до трех лет» [3].

В данной работе приведены результаты исследования сферы дошкольного образования в Республике Коми. Представлена динамика показателя «Чистый охват детей в возрасте до трех лет дошкольным образованием» в каждом округе РФ.

Источником первичной информации послужила официальная статистика [4].

Чистый охват детей в возрасте до трех лет дошкольным образованием – отношение численности воспитанников в возрасте до трех лет, состоящих на конец года в списках организаций, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам дошкольного образования, на численность детей в возрасте от двух месяцев до двух лет включительно [5].

С целью проведения сравнительного анализа ряда территорий нашей страны было применено нормирование показателя по функции сигмоида по формуле

$$y = \frac{3}{1 + \exp\left(\frac{b + a - 2x}{b - a} \ln 2\right)}$$

где  $y$  - нормированный (преобразованный) индикатор;  $x$  - исходный индикатор;  $b$  – целевое значение;  $a$  – пороговое значение.

По модели «светофора» [6] нормированные показатели, находящиеся на интервале от 0 до 1, лежат ниже критического уровня и попадают в «красную» зону. Если значение нормировки занимает отрезок от 1 до 2, это означает, что показатель находится между критическим и целевым уровнями и попадает в «желтую зону». Соответственно на промежутке от 2 до 3 значение индикатора выше целевого уровня и попадает в «зеленую зону».

По нормированным значением чистого охвата детей в возрасте до трех лет дошкольным образованием была построена лепестковая диаграмм (рис. 1).

Анализ данного показателя за 2019 г. демонстрирует, что Республика Коми единственный субъект Российской Федерации, где степень охвата детей в возрасте до трех лет дошкольным образованием выше целевого уровня (рис.1). Согласно статье Горбуновой Т.Е. [7], развитие дошкольного образования реализуется благодаря его доступности (за счет развития инфраструктуры дошкольного образования путем переустройства помещений, восстановления сооружений бывших детских садов, развития негосударственного сектора). Также в ряде микрорайонов Сыктывкара реализуются современные детские сады и спально-игровые комплексы. Таким образом, системная целенаправленная деятельность муниципалитета позволила в 2012 г. открыть более 1,7 тыс. мест в детских садах.

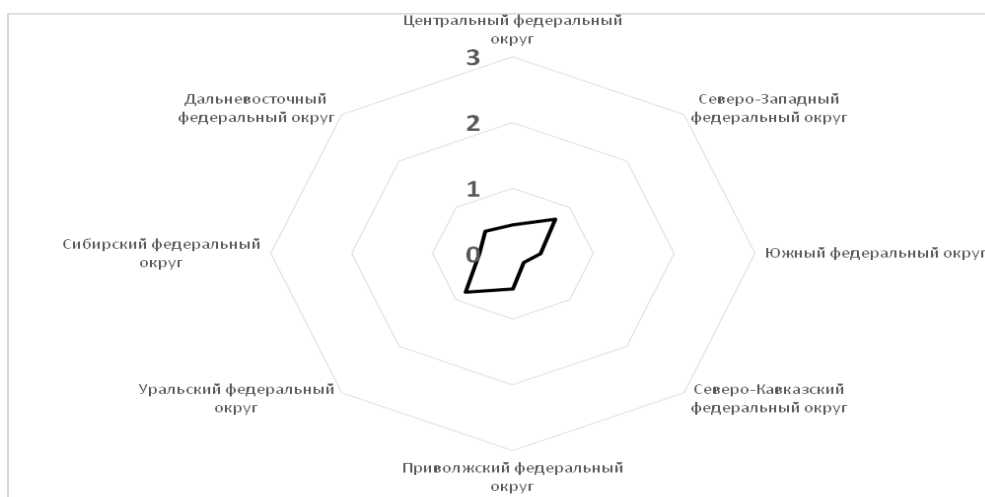
Кроме того, в рамках проекта «Дети Арктики» созданы кочевые детские сады в пяти регионах России: Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский автономные округа, Республики Коми и Саха, Архангельская область [8].



**Рис. 1. Лепестковая диаграмма нормированных значений чистого охвата детей в возрасте до трех лет дошкольным образованием Северо-Западного федерального округа в 2019 г.**

По результату анализа нормированных значений чистого охвата детей в возрасте до трех лет дошкольным образованием по округам Российской Федерации за 2019 г. была построена лепестковая диаграмма (рис. 2). Видно, что нормированный показатель в каждом округе принимает значение от 0 до 1, т.е. что он находится ниже критического уровня. Этот факт еще раз указывает на актуальность данной проблемы.

Данный результат может быть объясним нехваткой мест в детских садах. «С устройством детей от полутора до трёх лет проблема стоит острее, чем старших дошкольников: на 1 марта ещё около 110 тысяч детей не обеспечены местами в дошкольных образовательных учреждениях», По словам – зампреда Комитета Госдумы по образованию и науке Лариса Тутовой. [9]



**Рис. 2. Лепестковая диаграмма нормированных значений чистого охвата детей в возрасте до трех лет дошкольным образованием округов Российской Федерации в 2019 году**

По результатам исследования можно сделать вывод, что доступность дошкольного образования складывается из наличия мест в детских садах и прочих дошкольных организациях, а также возможности родителей оплачивать данные услуги.

Причиной осложнения осуществления всеохватности детей в возрасте до трех дошкольным образованием может являться рост рождаемости в 2012-2017 г.г. и увеличение доли детей до четырех лет до 28% в 2019 г. по сравнению с 26,5% в 2010 г., о чем в своей статье указывает Анисимова [10].

На основании изложенного, можно заключить, что проблема реализации всеохватного дошкольного образования для детей в возрасте до трех лет состоит в недостаточно развитой инфраструктуре дошкольного образования. Проработка данного вопроса может способствовать снижению социального напряжения и представить Россию как страну с качественным дошкольным образованием, что в свою очередь даст возможность социальной устойчивости. Необходимо расширять систему дошкольного образования, а также улучшить поддержку семейного воспитания.

### ***Библиографический список***

1. О целях устойчивого развития.. – URL: <https://rosstat.gov.ru/sdg>
2. Обеспечение всеохватного и справедливого качественного образования и поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни для всех. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/education/>
3. Указ Президента «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». [Электронный ресурс]. – URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/57425>



4. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/>
5. Приказ № 705 «Об утверждении официальной статистической методологии по расчёту основных показателей статистики образования и культуры». [Электронный ресурс]. – URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Metod\\_obraz\\_kult\(1\).pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Metod_obraz_kult(1).pdf)
6. Проблемы прогнозирования. [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=9007](https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=9007)

УДК 330.342

ИВАНОВА А.М., МУРАШОВА Н.А.

## **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РОСТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ В РОССИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Обеспечение здорового образа жизни является целью устойчивого развития в Российской Федерации, которая направлена на реализацию комплекса мер для увеличения продолжительности жизни, а также устранения значительного перечня различных заболеваний.

Статистика ожидаемой продолжительности жизни в нашей стране представлена на сайте Федерального органа государственной статистики [1] за 2 года: 2019 г. и 2020 г. При этом следует отметить, что продолжительность жизни в России ниже среднего мирового уровня, соответствующего 65 годам [4]

Ожидаемая продолжительность предстоящей жизни вычисляется как число человеко-лет, которое предстоит прожить дожившим до соответствующего возраста за весь период предстоящей жизни (от соответствующего возраста и до предельного). Полученная сумма человеко-лет делится на число доживших до соответствующего возраста:

$$E(x) = \frac{T_x}{I_x},$$

где  $T_x$  - число человеко-лет;  $I_x$  - число человек, доживших до соответствующего возраста.

Статистические данные ожидаемой продолжительности жизни были преобразованы в нормированные индикаторы с помощью нормирующей «сигмоида»:

$$y = \frac{3}{1 + \exp\left(\frac{b + a - 2x}{b - a} \cdot \ln 2\right)},$$

где  $y$  – нормированный (преобразованный) индикатор,  $x$  – исходный индикатор,  $b$  – целевое значение,  $a$  – пороговое значение [2].

Нормированные индикаторы представлены в виде лепестковой диаграммы, где значения ниже единицы соответствует пороговому значению, а отрезок от нуля до одного является «красной» зоной (рис. 1). Анализ рисунка показывает, что в период с 2019 по 2020 г. наблюдается рост смертности. Исследования причин смертности в России [1] показало, что большую долю составляет смертность от сердечно-сосудистых заболеваний, болезней (сахарный диабет, заболевания печени и нервной системы или рак), а также смерть от ДТП. При этом 6,53% приходится на смертность от внешних причин [1] (ДТП).

Таким образом, достижение среднемировой продолжительности жизни в России и регионах может быть обеспечено за счет реализации национальной программы «Здравоохранение» [3]. Национальная программа направлена: на развитие первичной медико-санитарной помощи; обеспечение населения высокотехнологичной медицинской помощью; снижение смертности населения; совершенствование организации медицинской

помощи пострадавшим при ДТП; совершенствование медицинской помощи больным с сердечно-сосудистыми заболеваниями; формирование у россиян здорового образа жизни; снижение заболеваемости и смертности от туберкулеза.



**Рис. 1. Динамика нормированных индикаторов ожидаемой продолжительности здоровой жизни в период 2019 – 2020 гг.**

### *Библиографический список*

1. Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/>
2. **Митяков, С.Н.** Анализ кризисных явлений в экономике России с использованием быстрых индикаторов экономической безопасности / С.Н. Митяков, Е.С. Митяков // Проблемы прогнозирования, - 2021. – №3. – С. 29-40.
3. Сайт Министерства здравоохранения Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – URL: <https://minzdrav.gov.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravoohranenie>
4. Гуманитарный портал: Рейтинг стран мира по уровню продолжительности здоровой жизни. [Электронный ресурс]. – URL: <https://gtmarket.ru/ratings/healthy-life-expectancy-index>

УДК 338

КОЖЕВЯТКИН С.А.

## **РОЛЬ ИННОВАЦИЙ В СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В конце XX века вследствие научно-технического прогресса произошли глубокие изменения в современной экономике, которая характеризуется внедрением инновационных технологий в производство. Кардинально изменились способы организации трудовой деятельности, увеличилась численность трудовых ресурсов, улучшилось их качество, возрос спрос на конечный продукт. С каждым днём в обществе все больше и больше происходит понимание того, что ни одна жизненная сфера не может существовать без нововведений.

Понятие «инновации» происходит от англ. investments into novations, что означает «новшества» или «нововведения». В более широком смысле под термином «инновации» понимают новшество, которое обеспечивает качественный рост эффективности процессов или продукции, востребованное рынком. Инновации затрагивают все сферы общества. Основная функция инноваций заключается в экономическом и социальном развитии, то есть совершенствовании экономики и общества в целом.

Любые технологические инновации связаны с огромными затратами на приобретение современного оборудования, исследование и разработку новых видов товаров и услуг, а также с потребностью в квалифицированных кадрах. В качестве примера можно привести появление интернет магазинов, где доставка купленного товара может быть осуществлена в любую точку мира. Еще примером служит появление интернет порталов, электронных библиотек, социальных сетей, а также развитие платформ для обучения и др. Объёмы информационных технологий постоянно увеличиваются.

По глубине вносимых изменений инновации могут быть радикальными (предлагающими совершенно новый продукт или услугу, путь решения проблемы и т.д.) и улучшающими (модернизирующими уже существующий продукт или услугу). Радикальные инновации способствуют появлению новых отраслей экономики и в долгосрочной перспективе приводят к тому, что новые отрасли не только появляются, но постепенно становятся доминирующими, т.е. идет создание новых рыночных пространств. [2, с. 38]

Действительно, конкурентным преимуществом фирмы или компании является способность выходить на новые рынки, производить новые товары, а также разрабатывать новые способы производства товаров и услуг. Если в компании используются инновации, которые являются востребованными на рынке то, это повышает ее конкурентоспособность до тех пор, пока не будут созданы аналоги фирмами конкурентами, либо инновация перестанет пользоваться спросом. В этом случае фирма может получить более высокую прибыль в отличие от конкурента за счет своего господствующего положения на рынке. Использование инновационных технологий способствует улучшению качества управления, снижению энергоёмкости производства, сокращению издержек производства, увеличению прибыли, повышению конкурентоспособности, а также выстраиванию новых рыночных отношений. Но даже владение инновационным преимуществом не дает гарантии в монополизации рынка в каком-то сегменте экономики. Только совершенствованием инновации можно добиться высоких результатов.

### ***Библиографический список***

1. **Гурков, И. Б.** Инновационное развитие и конкурентоспособность: Очерки развития рос. предприятий / И. Б. Гурков. - М.: ТЕИС, 2003 (ППП Тип. Наука). - 235 с.
2. **Кристенсен, К.** Решение проблемы инноваций в бизнесе. Как создать растущий бизнес и успешно поддерживать его рост / К. Кристенсен, М. Рейнор. – М.: Альпина Паблишер, 2015. – 292 с.

УДК 338.2

ШАРУТИН Д.М., САВЧУК В.С., ТИТОВ В.Г.

### **ПРОБЛЕМА ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В РОССИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Проблема импортозамещения стоит на повестке у российских разработчиков уже не первый год: основываясь на опыте последних лет очевидно, что российская инфраструктура совершенно не готова оперативно осуществить производство собственных элементных баз,

компонентов, без которых любое гражданское или военное изделие имело бы право называться российским. Работая в сфере разработки аппаратуры связи и коммуникации для наземных и летательных аппаратов, хотелось бы рассмотреть этот вопрос с точки зрения обычного российского разработчика продуктов данной сферы.

Из истории известно, что в 2000-е годы российский рынок постепенно начинает насыщаться импортными компонентами, а бывшие советские мощности оказались не востребованы. Данное явление вполне обосновано: импортная элементная база подкупала своим качеством, ценой, доступностью информации и удобством использования. Но со временем пришли санкции и возникла необходимость в «оживлении» российских производств и желательно в короткие сроки. Первая проблема, с которой сталкивается разработчик, который хочет применить у себя отечественный компонент – отсутствие информации. Если даже у предприятия, выпускающего искомую продукцию, есть сайт – зачастую информативность и актуальность приведенной там информации просто нулевая. Уже несколько десятков лет существует общемировая практика – публиковать параметры компонента в виде отдельного документа, так называемого даташита (datasheet – лист с данными). У именитых фирм даташиты – многостраничные документы, даже по самым простым и понятным компонентам, из которых можно узнать абсолютно всё о конкретном компоненте: характеристики, типоразмеры, графики, схемы и т.п. У большинства российских производителей такого нет [1].

Вторая серьезная проблема связана с закупкой отечественных компонентов. На поставку некоторых компонентов, например, необходимо записываться за год, писать письмо с просьбой включить предприятие в план поставок на следующий год. Это мало того, что затягивает сроки разработки, но и вынуждает закупать заранее и с запасом, что приводит к тому, что дорогостоящие детали потом лежат “мертвым грузом” на складе. Третья существенная проблема – цена. Отечественный компонент, стоит в 20-100 раз дороже качественного импортного аналога именитой фирмы. Данная невообразимая разница связана с ограниченностью рынка сбыта производства специальной аппаратуры, поскольку она всегда малосерийная: стоимость разработки в пересчете на единицу продукции высока, отсюда и конечная стоимость [2].

Несмотря на значимые шаги государства к решению проблемы импортозамещения, реальный опыт подсказывает, что данное явление будет на повестке ещё не один год. Пути решения проблемы разительно расходятся: финансовая составляющая и актуальность производства должны сойтись в одной точке для урегулирования спроса и предложения.

### ***Библиографический список***

1. **Лесков, С.** День науки. Будущее есть. // *Вечерняя Москва*, 5-12 февраля 2015, №4.- С. 455 – 2015.
2. **Волынец-Руссет, Э. Я.** Пути модернизации экономики России / *Российский внешнеэкономический вестник* – 2011 - № 4. С. 10-17.

УДК 338

ЛЕЩЕНКО Е.С., МАНСУРОВ Р.Ш., ЗУБОВ Н.В.

### **УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Когда времена беспокойны или неопределенны, некоторым компаниям и их офисам управления проектами может быть трудно распознать критические изменения обстоятельств. Но именно в это время очень важно, чтобы руководители и бизнес-лидеры делали паузу и

принимали к сведению внешние и внутренние изменения из-за их влияния на текущие инициативы. Настало время пересмотреть, является ли текущее направление правильным, и все переоценить. Лучше сделать паузу, чем идти в неправильном направлении и над обрывом, которого раньше там не было.

Какие же основные шаги необходимо сделать, чтобы справиться с трудными обстоятельствами?! Пересмотрите свой SWOT-анализ. Когда происходят изменения в окружающей среде, это должно вызвать необходимость повторного проведения SWOT-анализа (сильных и слабых сторон, возможностей и угроз). Изменения могут сигнализировать о том, что то, что раньше было силой, теперь может стать слабостью. То, что раньше считалось угрозой, теперь может представлять собой возможность. Данный анализ играет ключевую роль в раскрытии того, как все изменилось для вашей компании и ее проектов.

Обзор стратегических целей. Только поняв, как ваша компания, ее сильные и слабые стороны, возможности и угрозы вписываются в новую среду, она может переоценить и скорректировать свои стратегические цели. Во времена значительных изменений компании редко добиваются успеха без этого шага. Изменения почти всегда вызывают необходимость пересмотреть существующие стратегии и скорректировать их. Проведение текущих сессий планирования.

Поскольку времена меняются и создают все большую неопределенность, бизнес-лидеры и руководители должны постоянно участвовать в планировании. Это гарантирует, что они могут постоянно держать руку на пульсе того, что происходит, и быть в состоянии готовности к повороту по мере необходимости. То, что сегодня может показаться отличной идеей, на следующий день может быстро стать противоположностью. Годового планирования недостаточно, особенно когда неопределенность становится единственной уверенностью.

Изменение приоритетов проектов. Проекты, которые находятся в движении сегодня, могут потерять смысл завтра, в состоянии постоянного изменения. Всегда полезно переоценивать проекты и менять их приоритеты во времена неопределенности, особенно когда происходят бурные события. Неспособность еще раз взглянуть на текущие проекты, чтобы определить, актуальны ли они, может привести к катастрофе. Это может даже подорвать другие проекты или вашу компанию в целом.

Стать более проворным. Успех вашего бизнеса, его команд и других заинтересованных сторон зависит от повышения гибкости бизнеса, его способности распознавать изменения, реагировать, конкурировать и процветать во времена перемен и неопределенности. Речь идет о создании нисходящей культуры и мышления в отношении инноваций и соответствия постоянно меняющейся среде, которая влияет на цели и требования проекта. Пересмотреть процессы и технологии. Неэффективные процессы и технологии могут негативно сказаться на требованиях проекта и показателях успешности. Крайне важно переоценить существующие процессы, рабочие процессы и инструменты, чтобы убедиться, что они по-прежнему поддерживают выполняемую работу.

Независимо от того, насколько благие намерения у ваших команд или насколько вы заинтересованы, если ваши рабочие процессы или технологии не позволяют вашим сотрудникам лучше адаптироваться к изменениям, не пройдет много времени, прежде чем их благие намерения превратятся в разочарование. Подведите итоги ресурсов. Для многих компаний, особенно для крупных организаций, выделение ресурсов, возможно, работало нормально, но ситуация изменилась с ног на голову. Успешная реализация проекта во многом зависит от наличия нужных ресурсов в нужное время. Единственный способ сделать это – регулярно оценивать, какие ресурсы доступны и когда.

## **ОСНОВНЫЕ СТАДИИ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современных условиях управления на промышленных предприятиях есть много оснований для диверсификации производства. В сложившейся ситуации возникает острая необходимость в переориентации своих производственных мощностей в сторону изготовления импортозамещающей продукции и становление ориентиров на новые рынки сбыта и кооперации.

Один из способов решения данной задачи – это использование синергетического эффекта, который будет возникает на основе уже имеющихся и используемых технологиях. Иными словами, использовать в первую очередь то что есть для того чтобы производить необходимую продукцию. Или производить изделия, на которые есть спрос с минимальным затратами и наилучшим использованием все имеющихся производственных мощностей. Т.е. в нынешних условиях необходимо определить свои сильные стороны в производстве продукции и сконцентрироваться на изготовлении того, что умеешь делать лучше других, ну или хотя бы не хуже конкурентов [1]. И такая позиция будет составлять основу при построении современного производства и бизнеса в сложившихся условиях.

Развитие такого бизнеса и производственных систем можно разделить на несколько стадий. На первой стадии, предприятие просто производит продукт – аналог, который обладает тем же функциональным назначением, который был у предприятия-конкурента. Главная задача на данной стадии, это удовлетворить возникающую потребность (спрос). Руководителю предприятия надо знать возможности своей производственной системы, чтобы изготовить продукт с набором функций, необходимых местным потребителям.

Параллельно с производством продукции на первой стадии необходимо проводить постоянный анализ сильных и слабых сторон предприятия, его возможностей и угроз, а также следить за ответной реакцией потребителей на изготавливаемую продукцию. Все это выполняется для:

- поиска новых потребностей населения;
- удовлетворения спроса;
- выявления новых, полезных функций, необходимых потребителю;
- определение сдерживающих факторов, которые препятствуют развитию предприятия и производимой продукции.

И когда предприятие дойдет до того, что оно точно знает сколько необходимо произвести продукции, по какой цене и что весь объем будет реализован, то это значит, что оно удовлетворило весь имеющийся спрос и есть необходимость в переходе ко второй стадии развития [2].

Следующая стадия усовершенствование продукта и вывода его на рынок. Необходимо отметить, что совершенствованием продукта руководство занимается на первой стадии параллельно с производством основного продукта. На данном этапе предприятие уже может конкурировать с аналогичными продуктами зарубежных производителей конкурентов и ответственно заявлять о себе на мировом рынке.

Представленные две стадии развития продукта требуют значительного времени, которого не хватает у отечественных предприятий, но есть опыт и знания, которые позволят значительно снизить эту проблему.

### *Библиографический список*

1. **Мансуров, Р.Ш.** Обеспечение конкурентоспособности предпринимательских структур на основе проектов развития: монография / Р.Ш. Мансуров. – М.: Наука и образование, 2014. – 186 с.
2. **Мансуров, Р.Ш.** Управление проектом развития промышленных предприятий: монография / Р.Ш. Мансуров, Е.С. Лещенко. - Н. Новгород: им. Р.Е. Алексеева. НГТУ, 2013. – 215 с.

УДК338.12.2(7)

МАНСУРОВ Р.Ш., ЛЕЩЕНКО Е.С., БЕСПАЛОВ В.В.

### **СУЩНОСТЬ ДИВЕРСИФИКАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В сложившихся условиях развития современные предприятия, которые в качестве отправной точки использовали имеющиеся производственные мощности и максимально загружали их для извлечения прибыли должны пересмотреть стратегические ориентиры и отношение к внешней и внутренней среде. В условиях активного импортозамещения и повышения конкурентоспособности отечественной продукции руководителям крупных предприятий необходимо дать возможность самостоятельно перераспределить внутренние капиталы компании и перенаправить их в новые инновационные направления для решения стратегических задач.

С одной стороны, такая политика даст больше внутренней свободы для промышленных предпринимателей, повысит их мотивационную составляющую, т.к. они лучше знают свою деятельность изнутри, но, с другой стороны, такое движение капитала вызовет конфликт внутри управленческой организации, даже если это касается только перераспределения материальных ресурсов [1].

До настоящего времени руководители предприятий ставили задачу формирования портфеля заказов по принципу максимизация прибыли и минимальные значения риска. Но всегда понятно, что высокие прибыли сопряжены с высокой степенью риска и по сути высший менеджмент компании выстраивал отношения таким образом, чтобы максимально снизить степень риска при совершении сделки. Такой подход работал до сегодняшнего времени, когда предприятия оказались в ситуации проведения быструю диверсификацию своих производственных систем.

Проведение процессов диверсификации с одной стороны на начальном этапе позволяет значительно сократить влияние риска и неопределенности, но с другой вызывает огромное количество конфликтов внутри самого предприятия [2]. И в такой ситуации менеджменту всех уровней приходится тратить большие усилия на разрешения различного рода противоречий в производственной системе.

Стратегия в направлении диверсификации должна заключаться в формировании как можно большего пакета предоставляемых услуг и производимой продукции. Это позволит с одной стороны покрыть имеющиеся потребности как у населения, так и других игроков промышленности. И с другой стороны увеличить компетенции промышленных предприятий для будущего развития в области повышения конкурентоспособности отечественной продукции.

### *Библиографический список*

1. **Мансуров, Р.Ш.** Обеспечение конкурентоспособности предпринимательских структур на основе проектов развития: монография / Р.Ш. Мансуров. – М.: Наука и образование, 2014. – 186 с.
2. **Мансуров, Р.Ш.** Управление проектом развития промышленных предприятий: монография / Р.Ш. Мансуров, Е.С. Лещенко // Н. Новгород: им. Р.Е. Алексеева. 2013. – 215 с.

УДК 330

МИХАЙЛОВА Е.В., МУРАШОВА Н.А.

### **АНАЛИЗ РАВНОМЕРНОГО УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В условиях современного быстро меняющегося мира как никогда важно устойчивое социально-экономическое развитие России. Сложные макроэкономические процессы, непредвиденные социальные проблемы внутри страны, непростая эпидемиологическая ситуация – все это необходимо учитывать при постановке целей развития и построении траектории их достижения. Для осуществления столь масштабной работы необходимо достоверная и точная информация о современном состоянии страны: ключевые вызовы и угрозы, сильные и слабые стороны социально-экономического развития. В связи с этим актуальным является анализ устойчивого развития нашей страны.

Сегодня в России сформирована система показателей устойчивого развития [1, 2, 5], адаптированная к российским условиям. Эта система включает 17 целей. Однако в настоящее время не все показатели, демонстрирующие достижение ЦУР, представлены в официальных источниках информации. В этой связи в данном исследовании представлены показатели, характеризующие следующие проекции:

- «Продовольственная безопасность» характеризует качество и доступность важнейших продуктов питания, а также уровень содействия развитию сельского хозяйства;
- «Энергетика» – обеспеченность доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии;
- «Промышленное производство» – конкурентоспособность промышленного производства;
- «Туризм» – конкурентоспособность туристского бизнеса;
- «Экологическая безопасность атмосферного воздуха»;
- «Наука» – научный потенциал;
- «Инновации» – инновационный потенциал;
- «Экосистема суши» – рациональность использования природных ресурсов и охрану природного богатства;
- «Макроэкономическая стабильность» – глобальное партнерство в рамках достижения целей устойчивого развития.

Представленные Федеральной службой государственной статистики данные [4] приведены к единому безразмерному виду с применением нормирующей нелинейной функции «сигмоида». Нормирующая функция является циклической, это позволяет сравнивать друг с другом показатели вне зависимости их прямого или обратного характера.

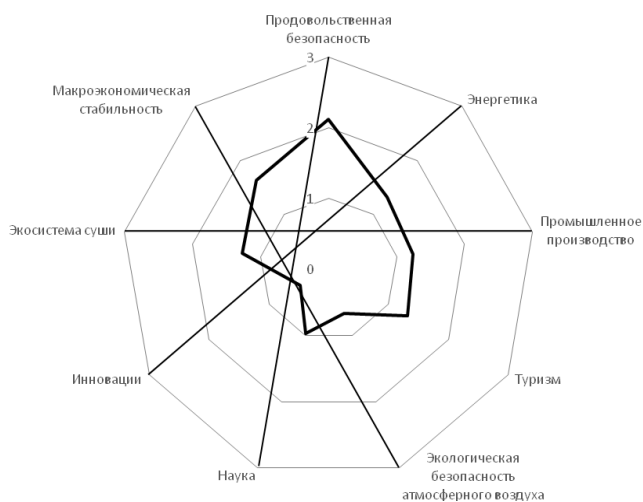
Нормированный (преобразованный) индикатор вычисляется по формуле:



$$y = \frac{3}{1 + \exp\left(\frac{b + a - 2x}{b - a} \cdot \ln 2\right)},$$

где  $y$  – нормированный (преобразованный) индикатор;  $x$  – исходный индикатор;  $b$  – целевое значение;  $a$  – пороговое значение.

Для анализа нормированных индикаторов, характеризующих уровень достижения целей устойчивого развития, была выбрана модель «светофора» [3]. Анализ состояния устойчивого развития нашей страны проводился по девяти проекциям. Каждая проекция содержит по три показателя. Обобщенный индекс для каждой из проекций вычисляется как среднее арифметическое нормированных индикаторов.



**Рис. 1. Обобщённые индексы устойчивого развития России в 2018 г.**

На рис. 1 представлены обобщённые индексы ЦУР России. Ниже пороговых значений расположены проекции «Экологическая безопасность атмосферного воздуха» и «Инновации». Это может свидетельствовать о дефиците новейшего очистительного оборудования на предприятиях, а также о недостаточном количестве воздухоочистительных сооружений атмосферных воздушных масс.

«Наука» находится на значении 1, что соответствует пороговому значению. Таким образом требуется изыскать резервы для развития научно-исследовательской деятельности в нашей стране. Наука является основой развития инновационной деятельности. А инновации оказывают ключевое воздействие на разработку, внедрение и эксплуатацию высокотехнологичного промышленного оборудования, очистных сооружений и др. технических средств, обеспечивающих высокий уровень экологичности производства. При этом инновационные разработки обеспечивают эффективное ресурсо- и энергосбережение производственных технологий.

В интервале от 1 до 2 зафиксированы обобщённые индексы: «Туризм», «Промышленное производство», «Энергетика», «Макроэкономическая стабильность», «Экосистема суши». Это свидетельствует об удовлетворительном состоянии туристской сферы, промышленного производства, энергетики, экологии и макроэкономики. На данный момент эти области не нуждаются в срочных мерах регулирования и требуют лишь поддержания и, по возможности, улучшение текущего состояния.

Проекция «Продовольственная безопасность» превысила целевое значение, что свидетельствует о доступности основных продуктов питания, а также о удовлетворительном уровне развития сельского хозяйства.

Анализ показал, что устойчивое развитие России не является равномерным. Существуют проблемы в инновационной сфере, что требует незамедлительных действий на всех иерархических уровнях управления.

### *Библиографический список*

1. Цели устойчивого развития ООН и Россия; Под ред. С.Н. Бобылева // Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации. – 2016.– С. 7 – 93.
2. **Егоренко, С.Н.** Цели устойчивого развития в Российской Федерации 2020: официальный краткий статистический сборник федеральной службы государственной статистики / [С.Н. Егоренко и др.] // 2020. – 97 с.
3. **Митяков, С.Н.** Анализ кризисных явлений в экономике России с использованием быстрых индикаторов экономической безопасности / С.Н. Митяков, Е.С. Митяков // Проблемы прогнозирования, 2021. – №3. – С. 29-40.
4. Данные по показателям ЦУР // Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/sdg/data>
5. Перечень нормативно-правовых документов в сфере устойчивого развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infragreen.ru/frontend/images/PDF/INFRAGREEN-documents-28122020.pdf>

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

---

УДК 532.517.45

ГЛАДСКИХ Д.С., СЕРГЕЕВ Д.А., СОУСТОВА И.А., ТРОИЦКАЯ Ю.И.

## ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ВНУТРЕННЕГО ВОДОЕМА НА ПРИМЕРЕ ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Институт прикладной физики Российской академии наук

Доклад посвящен численному исследованию эволюции вертикальной термической структуры замкнутого пресного водоема среднего размера на примере озерной части Горьковского водохранилища с помощью программного комплекса, основанного на одномерной модели LAKE [1], которая в настоящий момент используется в последней версии климатической модели Института вычислительной математики РАН.

Для повышения точности результатов предложена модификация, затронувшая процедуру задания входных данных и обеспечившая учет ветрового воздействия на процессы перемешивания за счет параметризации потока импульса, основанной на данных натурных измерений. В качестве данных текущих метеорологических условий для расчетов использовались данные глобального метеорологического реанализа NCEP/NCAR. Предложены три методики процедуры задания скорости ветра, как важнейшего фактора, влияющего на перемешивание во внутренних водоемах: комбинированный метод, основанный на использовании данных реанализа и отдельных измерений [2]; восстановление поля скоростей ветра с помощью данных дистанционного зондирования и геофизической модельной функции; привлечение атмосферной модели [3].

Результаты расчетов были сопоставлены с данными о вертикальном распределении температуры, измеренными в озерной части Горьковского водохранилища с помощью свободно падающего STD-зонда. Для оценки численных результатов были последовательно проанализированы рассчитанные и измеренные значения температуры в контрольных точках (на разных горизонтах глубины), а также формы профилей распределения температуры для характерных случаев и среднеквадратическое отклонение численных результатов от данных измерений.

Можно заключить, что одномерная модель термогидродинамики замкнутого водоема достаточно точно воспроизводит эволюцию вертикальной термической структуры внутреннего водоема среднего размера на масштабе порядка сезона (весь период открытой воды) с учетом уточненного описания ветрового воздействия на процессы перемешивания и применением данных глобального метеорологического реанализа. Продемонстрировано, что результаты расчетов хорошо согласуются с реальными сезонными изменениями термического режима, происходящими в Горьковском водохранилище.

### *Библиографический список*

1. **Stepanenko V.** LAKE 2.0: a model for temperature, methane, carbon dioxide and oxygen dynamics in lakes / V. Stepanenko et al. // Geoscientific Model Development. 2016. V. 9, No. 5. P. 1977–2006.

2. **Сергеев, Д.А.** О моделировании термического режима внутренних водоемов с использованием данных глобального метеорологического реанализа на примере Горьковского водохранилища / Д.А. Сергеев и др. // Метеорология и гидрология. 2020. № 4. С. 104 – 112.
3. **Gladskikh, D.S.** Numerical Simulation of the Thermal Regime of Inland Water Bodies Using the Coupled WRF and LAKE Models / D.S. Gladskikh et al. // Processes in GeoMedia. 2022. Vol. IV. P. 317-325.

УДК 519.25

ЗАЙЦЕВА М. Ю., КИМ А.И.

### **АНАЛИЗ ВОДООБМЕНА ОЗЕРА ЛАГУННОГО ТИПА ПО ДАННЫМ НАТУРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
Специальное конструкторское бюро средств автоматизации морских исследований ДВО  
РАН

Целью работы является поиск оптимальных размеров и формы протоки Красноармейская, соединяющей озеро лагунного типа Тунайча с заливом Мордвинова (Охотское море), необходимых для обеспечения достаточного водообмена. Озеро Тунайча расположено в юго-восточной части о. Сахалин. Его площадь составляет 174 км<sup>2</sup>, длина 29 км, ширина 6 км.

Задачей исследования является сбор и анализ данных об изменении гидрологических режимов озера в течение года, формирование рекомендаций для соответствующих проектных работ, направленных на улучшение экологического состояния озера.

Результатами ранее проведенных НИР определены проблемы озера Тунайча, обусловленные отсутствием вентиляции его придонных водных слоёв холодными водами Охотского моря, присутствие которых обязательно для сохранения биообразования и экологического равновесия в водах озера [1, 2]. Основной причиной сложившейся ситуации является обмеление пролива Красноармейский, который соединяет озеро с заливом Мордвинова (Охотское море).

В результате проведённого анализа измерений гидрологических параметров получены уникальные данные для этого района в осенне-весенний период 2013-2014 годов. Сформированы распределения солёности, температуры и скоростей течений, необходимые для предметного анализа особенностей водообмена озера с морем. При становлении льда на озере Тунайча, в проливе Красноармейский и в прибрежной части залива Мордвинова, водообмен между морем и озером значительно уменьшается. Поздней весной наблюдается значительный приток пресной воды от впадающих в озеро рек.

В настоящее время в рамках первого этапа НИР «Исследование водообмена озера Тунайча с Охотским морем: натурные эксперименты и численное моделирование» ведутся работы по сбору гидрологических параметров в озере, проливе Красноармейский, прибрежной части залива Мордвинова и впадающих в озеро ручьях и ручьях. Формируется база данных по изменениям уровня воды, направлениям и скорости течений, солёности, температуре, растворённому кислороду. На реках и ручьях, впадающих в озеро, развернуты гидрологические посты. В рамках второго этапа НИР будет произведена батиметрическая съёмка водных объектов, сформирована подробная цифровая карта глубин; в рамках третьего этапа на основе собранных данных и данных многолетних наблюдений будут созданы математические модели, необходимые для определения оптимальных характеристик

водообмена, форм и размеров протоки, требующейся защитной инженерной инфраструктуры, обеспечивающей надежное функционирование объекта.

### ***Библиографический список***

1. **Зайцев, А.И.** Натурные измерения гидрологических параметров в сложных условиях / А.И. Зайцев [и др.] // Датчики и системы. - 2013. - № 12.- С. 44-48.
2. **Зайцев, А.И.** Натурные измерения и численное моделирование гидрологических параметров в озере Тунайча / А.И. Зайцев, С.В. Семин, И.С. Костенко // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексева. 2014. № 1(103). С. 46-52.

УДК 532

УТКИН Д.А., КОЗЕЛКОВ А.С., КУРУЛИН В.В., ГЕРАСИМОВ В.Ю.

## **ГИБРИДНЫЙ МЕТОД СКВОЗНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН ЦУНАМИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева,  
«РФЯЦ-ВНИИЭФ»

Одной из наиболее важных задач механики жидкости является моделирование возникновения, распространения и наката волн цунами на береговую линию и морские объекты. Важное место в методах долгосрочного прогноза цунами имеет выбор приемлемой физико-математической модели и метода ее численного решения. Общепринятым подходом исследования волн цунами является использование двумерных моделей, основанных на теории мелкой воды и являющихся частным случаем системы уравнений Навье-Стокса [1,2]. Данные модели хорошо зарекомендовали себя в сфере геофизического анализа распространения крупномасштабных волн, однако имеют ряд недостатков. В настоящее время активно развиваются методы моделирования волн цунами с применением трехмерных математических моделей [3]. Данные модели способны учесть больше физических процессов по сравнению с теорией мелкой воды и обеспечить сквозной счет – от возникновения волн цунами до их воздействия на инфраструктуру побережья [4]. Однако, трехмерные модели требуют значительных вычислительных ресурсов, что сдерживает их использование для моделирования обширных акваторий мирового океана.

С учетом изложенного перспективным является гибридный метод сквозного моделирования возникновения и распространения волн цунами, основанный на совместном использовании трехмерной и двумерной методик. Доклад посвящен формулировке данного метода, его реализации и апробации на ряде задач. Описывается стратегия, в соответствии с которой участки возникновения цунами, а также зоны оценки заплеска, моделируются с помощью трехмерной математической модели, а основная область акватории моделируется с помощью уравнений мелкой воды. Приводится алгоритм обеспечения взаимосвязи решений, полученных по данным методикам, через проецирование параметров уровня воды и компонент скоростей течения. Представлены результаты решения валидационных задач. Для визуализации расчетов используется разработанная программа визуализации геофизических расчетов, созданная для работы в среде пакета программ ЛЮГОС.

*Результаты получены при финансовой поддержке национального проекта «Наука и университеты» в рамках программы Минобрнауки РФ по созданию молодёжных лабораторий № FSWE-2021-0009 (научная тема: «Разработка численных методов, моделей*

*и алгоритмов для описания гидродинамических характеристик жидкостей и газов в естественных природных условиях и условиях функционирования индустриальных объектов в штатных и критических условиях на суперкомпьютерах петафлопсного класса»).*

### **Библиографический список**

1. **Kharif С.**, Asteroid impact tsunamis // C. R. Physique. – 2005. No. 6, P.361-366.
2. **Шевченко, Г.В.** Инструментальные измерения цунами 2009-2011 гг. на Тихоокеанском побережье России / Г.В. Шевченко, Т.Н. Ивельская, А.В. Лоскутов // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2014. Т. 50. № 5. С. 524-539.
3. **Козелков, А.С.** Моделирование возмущений в озере Чебаркуль при падении метеорита в 2013 году / [А.С. Козелков и др.] // Известия РАН. Механика жидкости и газа. - 2015. - № 6. - С. 134-143.
4. **Козелков, А.С.** Моделирование цунами космогенного происхождения в рамках уравнений Навье-Стокса с источниками различных типов / [А.С. Козелков и др.] // Известия РАН. Механика жидкости и газа. – 2015 - № 2. - С.142-150.

УДК 551.466.8

КУРКИНА О. Е., КУРКИН А. А., КОКОУЛИНА М. В.

## **О КРИТЕРИЯХ ИНТЕНСИВНОСТИ КОРОТКОПЕРИОДНЫХ ВНУТРЕННИХ ВОЛН**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В шельфовых зонах морей и океанов одним из важнейших динамических факторов являются внутренние гравитационные волны, которые играют ключевую роль в процессах тепло - и массопереноса, транспорта питательных веществ и воспроизводства морской биомассы, даже в формировании континентального склона, а также оказывают значительное влияние на деятельность людей в этих зонах. Представляется полезным выполнить районирование этого явления, особенно для областей концентрации экономических интересов. Однако построение глобальных карт, характеризующих динамические свойства поля внутренних волн, пока еще не проводилось ни по данным наблюдений/измерений, ни по результатам численного моделирования; предприняты лишь отдельные попытки для сравнительно небольших акваторий, также происходит накопление и отчасти классификация разнородных данных.

Более того, научное сообщество еще не выработало единых критериев оценки интенсивности поля внутренних волн в конкретной географической локации. Наиболее часто используется амплитудный критерий, по аналогии с поверхностными волнами, когда интенсивными считаются внутренние волны со значительными (по сравнению с глубиной дна либо глубиной залегания пикноклина) амплитудами смещения изопикнических/изотермических поверхностей. При этом, если для поверхностных волн амплитуда (в рамках той или иной модели) легко пересчитывается в динамические характеристики (импульс, энергия, силовое воздействие на препятствие) с учетом лишь информации о глубине дна, то для внутренних волн требуются более существенные усилия для такого пересчета. Сама же амплитуда смещения изоповерхностей в поле внутренней волны явно характеризует лишь величину перепада гидростатического давления от подошвы до гребня волны: амплитуда волны 10 м соответствует изменению давления примерно на 1 атмосферу.

Неамплитудные критерии интенсивности внутренних волн должны учитывать явным или неявным образом не только батиметрическую информацию, но и фоновые

гидрологические условия среды – стратификацию морской воды по плотности. Эти альтернативные критерии могут быть основаны, во-первых, на оценках орбитальных скоростей и поля завихренности во внутренних волнах, которые характеризуют интенсивность вертикального и горизонтального транспорта взвешенных частиц и диффузии и адвекции растворенных питательных веществ. Во-вторых, важными характеристиками являются распределенные и интегральные силы и моменты сил, воздействующих на погруженные в воду объекты. В-третьих, для описания каскадов энергии в океане важно знать количество полной энергии, заключенной в волновых возмущениях. В-четвертых, могут быть полезными оценки поправок, связанных с негидростатическим давлением, а также сдвиговые напряжения на дне, возникающие при распространении внутренних волн.

Для всех этих величин можно определить пороговые значения, превышение которых означает существенное влияние внутреннего волнения на окружающую среду и деятельность людей. Предлагаемые альтернативные критерии интенсивности внутренних волн позволят всесторонне оценивать динамические эффекты и учитывать региональные особенности этого сложного явления. Даны примеры расчета различных параметров и их сравнение для волн близких амплитуд, наблюдаемых при различных внешних условиях.

*Представленные результаты получены в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема № 0728-2020-0007 «Волновой климат стратифицированного морского шельфа: нелинейные динамические процессы и их влияние на прибрежную зону и гидротехнические сооружения») и стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам (СП-692.2021.5).*

УДК 62-1

АЛИКИН А.А.

### ИССЛЕДОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ ПРОТОТИПА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО УСКОРИТЕЛЯ МАСС

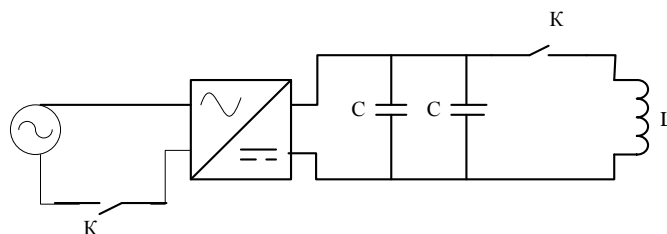
МБОУ Школа № 91

Актуальность: данная конструкция известна миру уже давно, например, в виде соленоидов в различных электрических затворах или клапанах. Однако в изначальном виде данная конструкция в наши дни не используется из-за низкого КПД. Предполагается применять ее для добычи горных пород посредством дробления последних.

Электромагнитный ускоритель масс - это устройство которое в процессе преобразования энергии разгоняет снаряд из ферромагнетика (является не побочным эффектом).

Расчеты, произведенные в процессе испытаний и при постройке:

Для перемещения снаряда массой 2 г, выполненного из стали длиной 10 мм и средней шириной 3 мм, потребуется не очень много энергии. Но для быстрого перемещения снаряда необходимо несколько увеличить энергию  $(mv^2)/2 = (2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,75^2)/2 = 0,5625 \cdot 10^{-3}$  Дж. Индуктивность катушки составила 23,8 мГн. Посчитаем энергию батареи конденсаторов:  $(cu^2)/2 = (440 \cdot 10^{-3} \cdot 300^2)/2 = 19,8$  джоулей. На основе этих данных можно вычислить КПД полученного устройства:  $(E_1/E_2) \cdot 100 = (0,5625 \cdot 10^{-3})/19,8 \cdot 100 = 0,00284\%$ . Конструкция работает. Принципиальная схема устройства приведена на рис. 1.



**Рис. 1. Принципиальная схема устройства**

Принципиальная схема устройства состоит из: катушки (87 витков, 3 слоя), двух кнопок (зарядка конденсатора, и разрядка конденсатора), собственно батарея конденсаторов (два электролитических конденсатора по 220 мкф и максимальным напряжением 400В), диодного моста (максимальное напряжение 1000В КВРС5010).

Выводы: это самая простая конструкция гаусс - пушки. При использовании более толстого сечения подводных проводов можно добиться меньших потерь тока. Возможно использовать более мощную кнопку пуска, или какое-нибудь реле. Иными словами, конструкция сырая, на ней можно произвести некоторые расчеты, которые помогут собрать более мощный вариант.

Стоит отметить, что усложнение конструкции сделает её тяжелее и дорогой.



### *Библиографический список*

1. Coilgun Systems. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.coilgun.eclipse.co.uk/theory.html>
2. Coilgun. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.coilgun.ru/>

УДК 67.05

БУДАЕВ Д.Г., ХОЗЕРОВ В.С.

### **СОЗДАНИЕ ДЕКОРАТИВНО-ИНФОРМАЦИОННОГО СТЕНДА «КАРТА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ»**

Лицей-интернат «ЦОД»

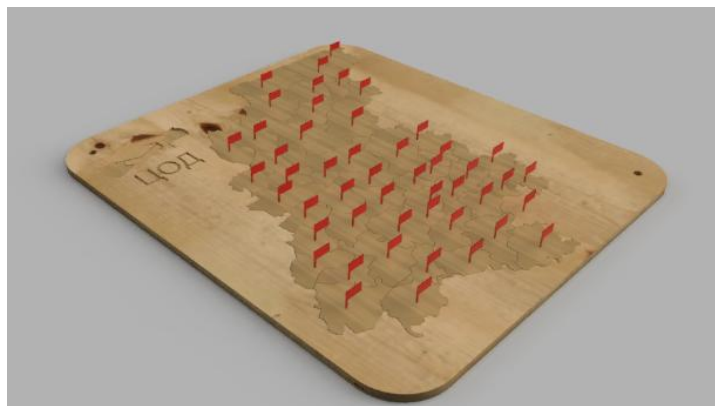
В лицее-интернате «Центр одаренных детей» обучается множество учеников по Нижегородской области. Декоративно-информационный стенд «Карта Нижегородской области» был создан для наглядного представления статистики количества обучающихся и его выпускников по районам Нижегородской области. Данный стенд расположить в коридоре учебного корпуса лицея.

Заказчиком были предъявлены требования, которым должен соответствовать стенд: размеры, подписанные районы, логотип «Центра одаренных детей», место для подписи количества человек, внутренняя подсветка районов. Информационно-декоративный стенд был смоделирован в программном комплексе Autodesk Fusion 360. Модель состоит из задней стенки, рамки и моделей самих районов, очертания которых соответствуют реальным границам районов Нижегородской области. В модели задней части были продуманы отверстия для неодимовых магнитов, с помощью которых районы прикрепляются к стенду. На внешней рамке стенда размещены логотип «ЦОД», а также название лицея. В дополнение смоделированы флажки, на которых будет находиться информация о количестве человек из каждого района области.

После создания модели был получен фотореалистичный рендер модели (рис. 1).

В программе Autodesk Fusion 360 были проведены операции по приготовлению модели стенда к изготовлению на станке с ЧПУ. После подготовки модели к изготовлению получен G-code, с помощью которого станок с ЧПУ будет изготавливать декоративно-информационный стенд. В качестве материала для стенда выбрана листовая фанера толщиной 5 мм.

Для оптимизации полученного G-code и корректного его восприятия станком с ЧПУ написана программа для изменения G-code на языке программирования Python. Программа вносит изменения в текстовый файл G-code. Данную программу можно будет использовать в дальнейших проектах.



**Рис. 1. Рендер модели стенда**

**ЦИФРОВИЗАЦИЯ КАК ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА  
ПРИ ВЫБОРЕ ФОРМЫ ЖИЗНИ**

МБОУ ДО «ЦВР «Ровесник» г. Заволжье  
МБОУ СШ № 17 им. Н.В. Арюткина г. Заволжье

Потребность в изобретении проявляется значительно раньше изобретения, это закономерно. Изобретение не может взяться ниоткуда – это лишь запоздалая материализация давно зреющей и существующей в природе и реальности идеи. И нравственное начало в прогрессе можно усмотреть в том, что он последовательно отрицает автомат в человеке. Каждый новый шаг прогресса, отменяющий человека на том или ином поприще, означает качественно лишь то, что этим может заниматься и не человек, что человек призван для чего-то другого и меняет себя, отвлекаясь от назначения, что-то единственное, что в человеке незаменимо автоматом, оставалось в стороне без действия. В этом, вероятно, скрытый смысл эволюции человека и его развития.

Например, когда не было фотографии, роль фотографов исполняли художники. Писатель Андрей Битов, размышляя о творческой деятельности человека, отмечал, что дело не в том, что художники сначала не умели строить перспективу, а затем научились, а в том, что до изобретения фотографии они занимались именно живописью. Заслуга фотографии перед изобразительным искусством велика в этом отрицании, в отщеплении ремесла от сути. Фотография распространена, живопись редка и ценна. Такие же последствия может иметь и цифровизация. Она может освободить человека от того, что за него прекрасно может сделать и машина.

Если в середине прошлого века можно было говорить о дефиците информации, то в настоящее время речь идет о её профиците. Например, письмо от дальнего родственника, которое шло до нас несколько дней, сейчас долетает через доли секунды.

Благодаря развитию новых технологий, появлению мобильных гаджетов, практически всю необходимую информацию мы можем получить мгновенно. Конечно, при внедрении нового есть и побочные эффекты. Побочный эффект заключается в том, что помимо необходимой нам информации, мы также получаем: рекламные рассылки, рекомендуемые ролики, публикации в соцсетях. А всё, что попадает нам на глаза мозг автоматически перерабатывает и на это тратится масса энергии. В результате происходит адаптация к массивному потоку информации. Мы меньше погружаемся вглубь информации, воспринимаем все больше фрагментарно, мгновенно стараясь вычленив главное из массива. Развивается клиповое мышление. Это возможно естественный процесс эволюции, мозг сам себя защищает от чрезмерного объема информации. Но есть побочные эффекты: низкая концентрация, сложно сфокусироваться на чем-то одном, поверхностное восприятие информации без возможности детального анализа и аналитических выводов. Людям с развитым клиповым мышлением сложно дочитать до конца длинный текст, постоянно не отвлекаясь. Как следствие, теряется способность к обучению и усвоению новой информации, человек утрачивает традиционное понятийное мышление. Так что же делать в этой ситуации?

На мой взгляд нужно кардинально бороться с развитием клипового мышления, но необходимо прилагать усилия к тому, чтобы поддерживать и развивать свое понятийное аналитическое мышление. Через 10 лет люди с развитыми обоими типами мышления однозначно будут иметь конкурентное преимущество перед большинством. С помощью клипового мышления они будут моментально отсекав из массы информации всё ненужное, вычленив главное, а благодаря понятийному мышлению смогут это главное детально анализировать и делать логические выводы. Не утратят способность к обучению, а благодаря умению длительно концентрироваться на задачах, смогут находить более эффективные и креативные решения.

Что требуется, чтоб не погрязнуть в клиповом мышлении и сохранить способность к глубокому анализу информации и концентрации?

Читать книги. Лучше выбирать те книги, которые нужны именно вам для развития как личности, так и в профессиональном плане. Это поможет не только развивать концентрацию, но и получать необходимую именно для вас информацию. Начать можно с 10 мин в день и довести это время до получаса.

Писать небольшие статьи, публикации. Это могут быть впечатления от поездок, просмотренных фильмах, прочитанных книгах. Какие-то собственные размышления о жизни. Т.е. всё то, что заставит работать ваш логический ум.

Практика различных техник медитации и концентрации. Например, можно в течение 10 мин сидеть в спокойной позе и считать вдохи и выдохи.

Человек, который научился узнавать явления, не мучаясь их формулированием и доказательством, будет удивительно умный человек, поражающий нас своей интуицией. Как ни странно, но машина (ПЭВМ) помогает стать умным. Работе с ПЭВМ надо учиться.

Персональные компьютеры и цифровизация нашей жизни позволяют развивать умственные способности.

Как и в любом новом деле, в деле цифровизации человечества есть сторонники и противники. На наш взгляд глупо упрекать там, где надо понять. Но, с другой стороны надо создавать условия и среду для нормального течения эволюции.

УДК 658.7

ЖОЛОВА К.В., МИНУТИН С.А.

## **150 ЛЕТ ОБЩЕСТВУ СПАСЕНИЯ НА ВОДАХ И 90 ЛЕТ МЧС**

МБОУ ДО «ЦВР «Ровесник», г. Заволжье

МБОУ СШ № 8, г. Заволжье

Старейшая организация России ОСВОД долгие годы охватывает своим вниманием и науку, и молодёжь. Именно она стояла у истоков участия России в Олимпийских играх. Именно ей обязан своими первыми конструкторскими решениями Р.Е. Алексеев.

Знакомство с ОСВОД в Нижегородской области началось с изучения аннотаций улиц Нижнего Новгорода. Например, в аннотациях к названию улиц г. Нижнего Новгорода (ранее г. Горького) часто можно прочесть следующие слова: «Георгий Масляков – Герой Советского Союза..., работал на спасательной станции ОСВОДа... 27 сентября 1943 года ... на рыбацкой лодке форсировал Днепр...». Или, «Николай Фильченков – Герой Советского Союза, моряк-горьковчанин..., работал в Горьком начальником центральной спасательной станции ОСВОДа...».

Наш педагог дополнительного образования С.А. Минутин был Председателем регионального отделения ВОСВОД и фактически занимался его возрождением с 1996 г. Мои вопросы я адресовал ему.

Какая связь между МЧС и ВОСВОД

Прямая. Если задаться вопросом: что было вначале государство или общественные организации, то общественные организации получать явный приоритет. Поэтому с появлением государств роль общественных организаций только усиливалась и им стали поручать самые важные социальные функции: образование, духовное развитие, охрану здоровья, обеспечение безопасности. Причём совершенно неважно, какого строя (социалистического, капиталистического и пр.) придерживается государство. Немногие знают, что ОСВОД старше всех аналогичных обществ в мире. В России же общество спасения на водах является старейшей организацией, поэтому МЧС очень охотно сотрудничает с ВОСВОД.

ВОСВОД в этом году отмечает своё 150-летие, а МЧС – 90-летие. За 150 лет ОСВОД воспитал тысячи героев спасения и продолжает их воспитывать.

Однако мои сверстники вряд ли что-либо знают об ОСВОДе?

Такая проблема есть. У нас в России никак не удаётся создать синергетический эффект, чтобы целые числа – государственные структуры, например, МЧС возникающие сверху умножить на такие же числа в обществе, например ОСВОД, возникший в народных глубинах, и получить число ещё большее или хотя бы остаться в целом числе «1». В России постоянно, то «0» умножается на 1,2,3, то 1,2,3 умножается на «0». В итоге всё время получается «0, 00», где числа после запятой – это попытки догнать и перегнать... Поэтому, о всём нашем народе можно говорить, как о героях спасения.

Что же делать современной молодёжи?

Прежде всего надо понимать, что без общественных организаций обойтись нельзя. ОСВОД, как и МЧС – это о вечности взаимодействия природы, технологий и человека. Увы, но государство в лице МЧС не всегда способно справиться с проблемой утопающих, поэтому общественная организация ОСВОД должна существовать. К примеру, официально зарегистрированных пляжей 4 545, и на них приходится всего чуть более 3000 сотрудников МЧС, отвечающих за безопасность на воде. Но если учесть почти миллион водных транспортных средств, то получается, что большинство людей занимается учетом и работой с техникой, а не спасением на водах. А ВОСВОД 150-лет спасает и воспитывает. Например, расцвет строительства советских экранопланов пришёлся на 1960-1970 г. Первыми успеха добились молодые инженеры существовавшей тогда Центральной лаборатории новых видов спасательной техники (ЦЛСТ) ОСВОДа. В инициативном порядке они построили одноместный экранолёт ЭСКА-1 (эканолёт спасательный катер-амфибия). В 1973 г он успешно проходит испытания и в течение десяти лет эксплуатируется на Волге. Это бы первый в СССР аппарат, летающий с использованием экранного эффекта, находящийся на службе в народном хозяйстве. В дальнейшем, в разработку, строительство и испытание экранопланов включилось ЦКБ в Горьком, которым руководил Р.Е. Алексеев. Но ОСВОД был инициатором. Членством в ОСВОДе гордились, а дух, царивший среди ОСВОДовцев, был духом творчества и патриотизма.

УДК 621

ЗИМИНА А.А., ХОЗЕРОВ В.С.

## **РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОЙ АВТОНОМНОЙ АУДИОСИСТЕМЫ РАСШИРЕННОГО СПЕКТРА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА БАЗЕ ARDUINO NANO**

Лицей-интернат «ЦОД»

В настоящее время сложно представить жизнь современного человека без беспроводной аудиосистемы. Репетиции, праздники, мероприятия, посиделки с друзьями – ни одно из этих мероприятий не обходится без Bluetooth – колонки. Но, к сожалению, модели, обладающие хорошими техническими характеристиками, имеют высокую стоимость. В связи с этим было решено разработать беспроводную колонку и сравнить с имеющимися на рынке.

Передающее устройство (телефон, ноутбук и т.д.) соединяется с Bluetooth-приемником, находящимся на аудиоплате, вступая тем самым отношения «передатчик-приёмник». Далее сигнал, поступивший на модуль, идет на усилитель звука, после чего выводится на динамики. Помимо этого в схеме могут присутствовать преобразователи напряжения и микроконтроллеры.

Главным управляющим элементом схемы является микроконтроллер Arduino nano, так как он подходит по габаритам и обладает необходимым функционалом. Микроконтроллер требуется для контроля состояния остальных элементов схемы, он управляет работой ау-

диомодуля BT201. Данный аудиомодуль способен принимать Bluetooth сигнал и читать данные, поступающие с USB входа. Для усиления электрических сигналов в пределах диапазона частот, которые различает человеческое ухо, в схеме присутствует усилитель мощности звука AD828. Для соответствия требованиям проекта необходимо наличие двух устройств воспроизведения звука SH-8080-L95. Два динамика данной модели имеют совокупную мощность 30 Ватт. Для питания схемы, в ней присутствуют 15 литийионных аккумуляторов марки «Robiton». Номинальное напряжение отдельного аккумулятора 3,7 В, емкость аккумулятора 3000 mAh. Для уменьшения габаритов колонки используется преобразователь постоянного напряжения, позволяющий динамикам получать необходимое напряжение для максимальной доступной громкости.

После проведения работ по подбору необходимых комплектующих, с помощью программного пакета KiCAD была создана электрическая схема блока управления аудиосистемой и разведена его печатная плата. С помощью встроенных функций KiCad была создана трехмерная модель схемы, для последующей визуализации аудиосистемы в трехмерном пространстве.

После составления сметы, выгода составила около 2000 руб.

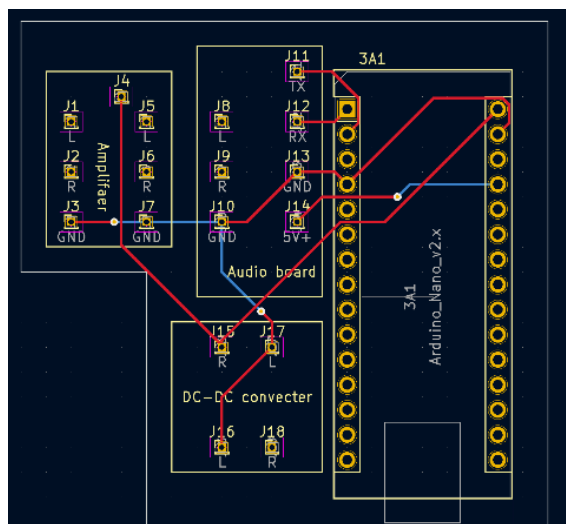


Рис. 1. Разведенная схема

УДК 621

ИГОНИНА К.А., ХОЗЕРОВ В.С

## СОЗДАНИЕ ЗАЩИТНОГО КОРПУСА ДЛЯ МОДУЛЬНОЙ АУДИОСИСТЕМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРИМЕНЕНИЕМ 3D СКАНИРОВАНИЯ

Лицей-интернат «ЦОД»

На рынке существует огромное разнообразие колонок, но не все удовлетворяют требованиям, которые мы бы хотели видеть в своём готовом продукте. Легкая, мощная, необычной формы, недорогая – качества, желаемые потребителям. К сожалению, найти товар, который сочетает в себе все эти характеристики практически невозможно. Поэтому мы создали собственную колонку.

Для воссоздания точной формы маски использовали методику 3D-сканирования. Для получения полной детализации готовая модель подвергается дополнительной обработке. Чем больше точек будет считано сканером, тем точнее и чётче будет конечная модель. Но после процесса сканирования пришлось доработать скан: «зашить» дыры, убрать лишние

элементы, устранить дефекты в геометрии и убрать шумы. Такая методика работы называется реверс-инжинирингом. С помощью неё воспроизводят существующие устройства и делают в них какие-либо изменения, а также составляют документацию на существующие объекты.

Разработанный трехмерный прототип корпуса аудиосистемы, изображенный на рис. 1 является монолитным и представляет из себя существующую маску, адаптированную под нужные нам функции. Корпус состоит из доступного материала – пластика помогает добиться основных характеристик.

Также важным требованием является получение корпуса, который будет соответствующую всем нормам ГОСТа. Например, одним из таких нормативов является степень защиты оболочки или IP. В ходе работы получен корпус, соответствующий нормам IP67.



Рис. 1. Трехмерный прототип корпуса аудиосистемы

УДК 674 (09)

КОЛЫМЫКОВ М.А., МИНУТИН С.А.

## **90 ЛЕТ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЕ РОССИИ**

МБОУ ДО «ЦВР «Ровесник» г. Заволжье,  
МБОУ СШ № 17 им. Н.В. Арюткина, г. Заволжье

*«Патриотизм – это не значит только одна любовь к своей Родине. Это гораздо больше. Это сознание своей неотъемлемости от Родины и неотъемлемое переживание с ней её счастливых и несчастных дней».*

*А. Толстой*

Девиз современной службы Гражданской обороны и чрезвычайных ситуация, именуемой нынче Министерством чрезвычайных Ситуаций (МЧС): «Мужество. Честь. Спасение». Исходя из девиза, можно сделать вывод, что, кроме своей основной деятельности, МЧС ещё занимается социальными вопросами и вопросами патриотического воспитания. Так было не всегда.

Со дня своего создания и до двух серьёзнейших катастроф в 1986 и в 1988 годах ГО и ЧС СССР в основном должна была оказывать помощь мирному населению в случае наступления войны. Направление деятельности этой службы было весьма узкое.

Серьёзные изменения и пересмотр её деятельности в сторону расширения возможностей начал происходить с 1986 г., а с 1988 г. Что же произошло?

В городе Заволжье живут два удивительных человека: Член союза кинематографистов России Вячеслав Николаевич Ячников и член Российского союза писателей Сергей Анатольевич Минутин. Так случилось, что одному из них, С.А. Минутину пришлось воочию наблюдать и даже участвовать в изменении подхода к деятельности всей Гражданской обороны

ещё в СССР. Он в 1986 г. служил на Украине. В это время произошла авария на Чернобыльской АЭС. А в 1988 г. произошло самое страшное землетрясение в Армении, стёршее город Спитак с лица земли. Об этом землетрясении был снят документальный фильм. Съёмками этого фильма, встречами с очевидцами, непосредственно в Армении занимался В.Н. Ячников. Они мне рассказали, что основателем современного МЧС является Борис Евдокимович Щербина. Он руководил эвакуацией жителей из обоих очагов катастроф.

Меня заинтересовало судьба этого человека. Так получилось, что Б.Е. Щербине выпало прибытие в командировку в Чернобыль на АЭС в тот самый злополучный день аварии. Он первым приехал в Припять, когда там еще не присутствовал ни один из первых украинских руководителей. Щербина взял на себя всю ответственность за выселение местных жителей и организацию работ, обеспечивающих безопасность на АЭС. После печально известных событий общественный деятель сделал многое самостоятельно для улучшения условий жизни людей, пострадавших в результате страшной аварии, а главное обозначил слабые места в деятельности ГО ЧС СССР. Опыт, приобретённый Б.Е. Щербиной, пригодился уже через два года после чернобыльской аварии.

7 декабря 1988 г. в 11 ч 41 мин по местному времени на северо-западе Армянской ССР произошло катастрофическое землетрясение магнитудой 8. Мощные подземные толчки за полминуты разрушили почти всю северную часть республики, охватив территорию около 30 тыс. км. с населением около 1 млн. чел. Первоначально, спасательные работы, проводились силами пострадавшего населения, носили спонтанный характер. Организующее начало вносили только действия пожарных подразделений, бригад скорой медицинской помощи и милиции. Так было до прибытия в зону бедствия Щербины. Он докладывал, что положение тяжелейшее, сама республика с ним не справится. Надо задействовать Министерство обороны, Госстрой, Госрезерв, санатории профсоюза ВЦСПС.

Нужно было где-то разместить тысячи людей, которые остались без крова. Декабрь в гористой местности – это 15–25 °С мороза по ночам... Именно тогда, после тяжелейшего труда и выводов сделанных Б.Е. Щербиной, все поняли, что, когда на нашу страну выпадает тяжелейшее испытание, то должна быть и эффективная, комплексная служба реагирования на него. Фактически, два удара: Чернобыль и Спитак послужили основой создания современного МЧС. И в обоих случаях главным организатором спасения людей был Б.Е. Щербина.

УДК 546.05

КОНЕВ Н.Д., ВОРОТЫНЦЕВ А.В., МАРКОВ А.Н., КАПИНОС А.А., ГРАЧЕВ. П.П.

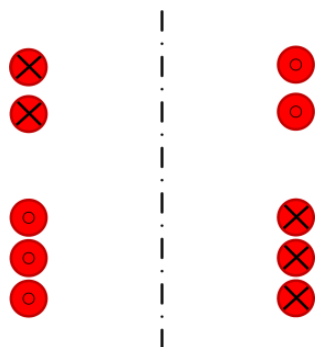
## **РАЗРАБОТКА ИНДУКТОРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ КРЕМНЕЗЕМА МЕТОДОМ ИНДУКЦИОННОЙ ПОТОКОВОЙ ЛЕВИТАЦИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последнее время с развитием производственных отраслей и научной базы все больший интерес проявляется к наночастицам, их методам получения и применения в различных областях. Одним из наиболее перспективных методом получения наночастиц является метод индукционно - потоковой левитации. Он основан на бесконтактном нагреве объемного образца в состоянии левитации, что положительно отражается на чистоте продукта. В данном методе очень важно правильно подобрать конфигурацию индуктора, так как именно из-за его особой формы возможна бесконтактная левитация образца и его нагрев выше точки плавления.

Цель данной работы - разработать конфигурацию используемого индуктора, позволяющую стабильно левитировать большинство материалов. В рамках выполнения работы было разработано порядка 20 различных индукторов, проверенные на стабильность левита-

ции образцов, а также на максимально достижимую температура образца. В результате проделанной работы была выявлена наилучшая конфигурация индуктора для индукционно потоковой левитации (рис. 1).



**Рис. 1. Конфигурация индуктора, обладающего наилучшими характеристиками**

В дальнейшем разработанный индуктор был опробован для левитации кремния. Кремний является достаточно сложным материалом для данного метода, так как при комнатной температуре его высокое удельное сопротивление не позволяет взаимодействовать с электромагнитным полем, создаваемым индуктором. Для этого было необходимо предварительное нагревание образца кремния с целью уменьшения его удельного сопротивления.

По итогу работы в среде кислорода были получены наночастицы из  $\text{SiO}_2$ , после изучения которых было установлено, что они являются высокоупорядоченными структурами, имеющих форму пористых сорбентов и размер от 4 до 12 нм.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (грант № 20-79-10097) и Министерства науки и образования Российской Федерации в рамках научного проекта «Лаборатория «умных» материалов и технологий» проект № FSSM-2021-0013.*

УДК 62

КОСАРЕВ П.А., КАЛЕНОВ М.Ю.

## **МОБИЛЬНАЯ СОЛНЕЧНАЯ СТАНЦИЯ В СРЕДНЕЙ ПОЛОСЕ РОССИИ ДЛЯ ЧАСТНОГО ДОМА – ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Цель - сделать бесперебойное энергоснабжение дома в деревне с периодическим отключением электричества.

Задача - разработать и построить своими силами солнечную электростанцию с гибридным инвертором для независимого энергоснабжения домашнего хозяйства с достаточным запасом мощности.

Актуальность данной работы в доказательстве факта бесперебойной работы солнечной электростанции в нашей полосе в течение примерно 9 месяцев в году без потребления энергии извне. В период низкой солнечной активности (ноябрь, декабрь, январь) происходила подпитка аккумуляторов из сети. Тем не менее, даже в этот период функция сохранения электропитания дома выполнялась за счет большой ёмкости аккумулятора.

В данной установке применен принцип компрессии солнечной энергии за счет расположения солнечных панелей:



- 1) вертикальное расположение сглаживает разницу в получаемой энергии между «высоким» и «низким» солнцем;
- 2) расположение панелей в двух плоскостях, направленных условно на юго-восток и юго-запад даёт возможность работы с восхода и до заката.

Автономное энергоснабжение в нашей полосе для нужд жилого дома (освещение, холодильник, газовый котёл, электроплита, электрочайник, электродуховка, душевая кабина с паром, подзарядка электромобиля) возможно при достаточном запасе мощности солнечных панелей, т. е. их суммарной площади. Но в период поздней осени и зимой требуется подпитка от сети. Расчеты окупаемости исходя из текущей цены за кВт\*ч не имеют особого смысла, так как данная разработка предназначена для периодических отключений, а не полной замены городской сети в течение всего календарного года.

---

1. Солнечная электростанция. [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная\\_электростанция](https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная_электростанция)

УДК 629.3

МАКАРОВА М.В., МОЛЕВ Ю.И.

### **ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА СНЕГА НА ВОЗМОЖНОСТЬ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ**

МБОУ «Школа № 11 им. Г.С. Бересневой»,  
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Снеговедение – это наука, возникшая на стыке криологии (гляциологии), метеорологии, биологии и инженерии. Снеговедение подразделяется на естественное и инженерное. Предмет естественного снеговедения - формирование и существование снежного покрова, инженерного – взаимодействие снега с техническими и архитектурными объектами. К инженерному снеговедению относится транспортное снеговедение, изучающее взаимодействие транспортных систем со снежным покровом.

Для нашей страны исследование снега, в том числе и транспортное снеговедение особо важно, так как благодаря климатическим особенностям России, 65% территории, которой находится в пределах криолитозоны, наша страна стала своеобразной «естественной лабораторией», в которой было совершено большинство мировых открытий, связанных с изучением холодного мира; 80% территории России покрыто снегом на 5 - 10 месяцев в году в ряде районов России среднесуточная высота снежного покрова - 1,2 м.

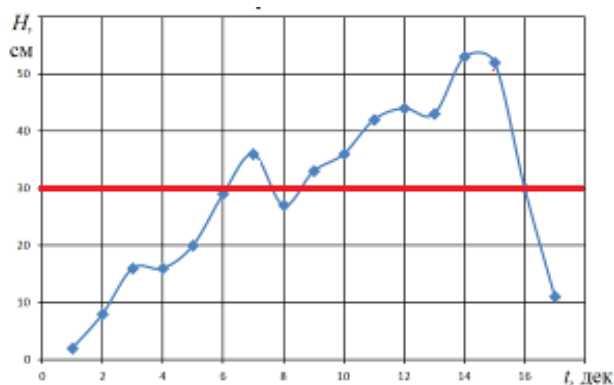
Изучением свойств снега и льда в древности почти никто не занимался. В разное время были отдельные работы связанные с описанием снега и льда. Научный подход к описанию снежного покрова связан с А.И. Воейковым в конце XIX столетия. Он добился введения обязательных снегомерных наблюдений на всех русских метеорологических станциях, начиная с 1890 г. А.И. Воейков заложил основы учения о снеге, снежном покрове, его влиянии на почву, климат и погоду и способах исследования. [1]

Большой вклад в изучение этого вопроса внесла Нижегородская научно-практическая школа транспортного снеговедения при НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Еще с 20-х годов XX в., начиная с исследований Михаила Викторовича Веселовского, ученые этой научно-практической школы уделяли внимание формированию и физико-механическим свойствам снежного покрова, процессам взаимодействия движителей транспортно-технологических машин со снегом, проходимости автотракторной и вездеходной техники по снежной целине и эффективности движения машин в условиях бездорожья на заснеженной местности.

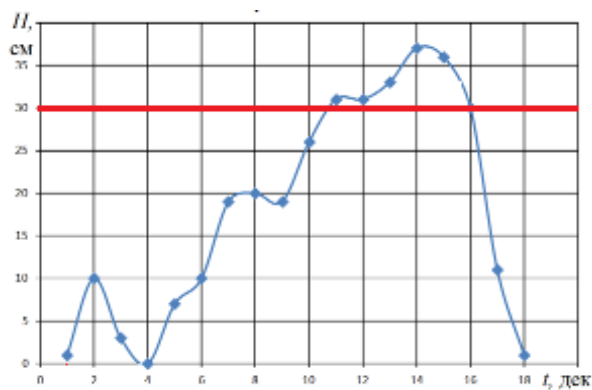
Полученные знания в области транспортного снеговедения и опыт в создании снегоходной техники дали значительный рост научно-технического потенциала в различных отраслях реального сектора экономики и обороноспособности страны.

Существенным для передвижения транспортных средств являются такие параметры снега, как его высота и плотность. В [2-4] даны зависимости для расчета того, как влияют эти параметры на сопротивление снега смятию. Важным при оценке проходимости является высота снежного покрова. Можно сказать, что при определенной высоте снега машина не поедет.

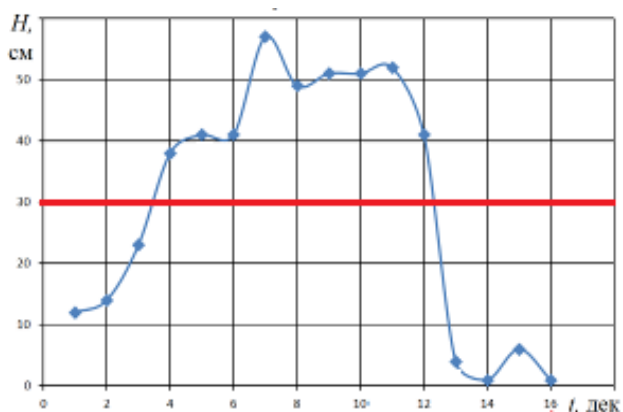
Как известно зимы бывают снежные и не очень, поэтому высота снега различны от года к году. Также бывает, когда снега выпадает сразу много, а иногда несколько месяцев нет снега и большой его объем выпадает на небольшой срок. Поэтому, если знать, сколько снега выпало и сколько он лежал до таяния можно сказать, сколько дней в году можно использовать автомобиль в той или иной местности. Рассмотрим несколько примеров. Воспользовавшись данными по высоте снега за несколько лет и предположив, что для машины предельная высота, когда она застрянет составляет 30 см, рассмотрим сколько дней за зиму машина не сможет проехать по заснеженной местности. На рис. 1 представлены разные случаи.



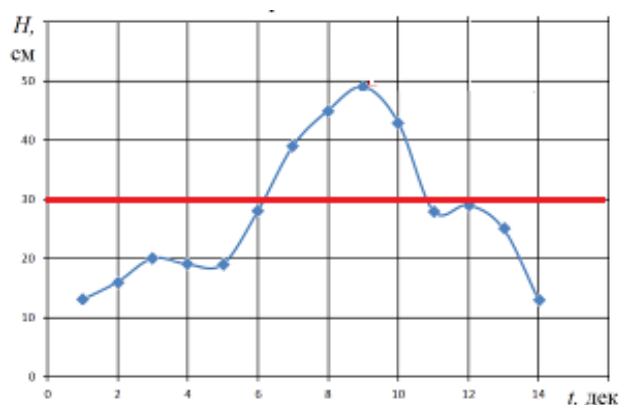
а)



б)



в)



г)

Рис. 1. Примеры изменения высоты снега за 4 разные года.

На рис. 1 жирной линией указаны значения высоты снега 30 см. Таким образом за исследуемое время проходимость автомобиля будет потеряна в течении 25 – 45 дней в зависимости от года и осадков. Также, как отмечено в работах [2-4] необходимо учитывать плотность снега, так как она меняется в течение зимы.

### Библиографический список

1. **Воейков, А. И.** Снежный покров, его влияние на почву, климат и погоду и способы исследования / А.И. Воейков. СПб.: Тип. Имп. Акад. наук, 1889. 213 с.
2. **Барахтанов, Л.В.** Снегоходные машины / Л.В. Барахтанов [и др.] // Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1986. 191 с.
3. **Барахтанов, Л.В.** Пропитываемость автомобиля / Л.В. Барахтанов, В.В. Беляков, В.Н. Кравец. Н. Новгород: НГТУ, 1996. 200 с.
4. **Беляков, В.В.** Взаимодействие со снежным покровом эластичных движителей специальных транспортных машин. дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.03. НГТУ, 1999. 485 с.

УДК 66.081.6-278

МАХАЛОВ Д.А., ЗАРУБИН Д.М., СМОРОДИН К. А., САЗАНОВА Т.С.

### ИЗУЧЕНИЕ ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИМЕРНЫХ МЕМБРАН СО СМЕШАННОЙ МАТРИЦЕЙ

МАОУ «Школа №149»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Мембранное газоразделение - перспективный и энергоэффективный метод разделения газов. При реализации этой технологии ввиду доступности и наличия необходимых свойств, как правило, применяются мембранные материалы на основе полимеров. Однако, несмотря на имеющиеся преимущества, использование полимерных мембран не всегда решает задачу получения оптимального соотношения селективности и проницаемости. Для решения этой задачи создаются различного рода композиционные мембраны. Одним из таких подходов является создание мембран со смешанной матрицей, путем введения неорганического наноразмерного наполнителя в полимерную основу.

Газотранспортные свойства мембран со смешанной матрицей определялись с помощью метода измерения потока газа через мембрану. Проницаемость вычислялась с помощью уравнения:

$$\frac{1}{\beta} \ln \left( \frac{[p_{feed} - p_{perm}]_0}{[p_{feed} - p_{perm}]} \right) = P \frac{t}{l}, \quad (1)$$

где  $p_{feed}$  и  $p_{perm}$  соответствуют давлению в полости высокого и низкого давления (бар);  $P$  — проницаемость мембраны ( $\text{м}^2 \text{с}^{-1}$ );  $t$  — время (с);  $l$  — толщина мембраны (м);  $\beta$  ( $\text{м}^{-1}$ ) — параметр, характеризующий геометрию ячейки, определяемый по формуле:

$$\beta = S \left( \frac{1}{V_{feed}} + \frac{1}{V_{perm}} \right), \quad (2)$$

где  $S$  — площадь мембраны ( $\text{м}^2$ );  $V_{feed}$  и  $V_{perm}$  — объемы полости высокого и низкого давления ( $\text{м}^3$ ).

Эксперименты проводились при значениях температуры 293 К и начальной разницей давлений между полостью высокого и низкого давления 110-115 кПа. Данные представлены в виде зависимости  $\ln(p_0/p)$  от  $t/l$ , где наклон этого графика соответствует газопроницаемости.

По результатам экспериментов были получены газотранспортные характеристики для мембран в исходном состоянии (без наночастиц оксида цинка) и с различным содержанием наночастиц оксида цинка (0.05%, 0.1%, 0.5%, 1%, 2% и 5%). Наилучшими значениями коэффициентов проницаемости (для  $\text{N}_2$  — 2.0 баррер, для  $\text{O}_2$  — 4.7 баррер, для  $\text{CH}_4$  — 5.5 баррер, для  $\text{CO}_2$  — 57.1 баррер) и идеальной селективности ( $\text{CO}_2/\text{N}_2$  — 28.6,  $\text{CO}_2/\text{O}_2$  — 12.1,  $\text{CO}_2/\text{CH}_4$  —

10.4) мембраны обладают при содержании наночастиц оксида цинка 0.5%. Таким образом, добавление наночастиц улучшило газотранспортные характеристики мембраны по сравнению с чистым образцом, однако чрезмерное добавление наночастиц (выше 0.5%) приводит к их ухудшению.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 20-79-00138).*

УДК 621

МОКЕЕВ И.А., МАЛЫГИН А.Д.

## ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАГНИТНЫХ ОБЪЕКТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

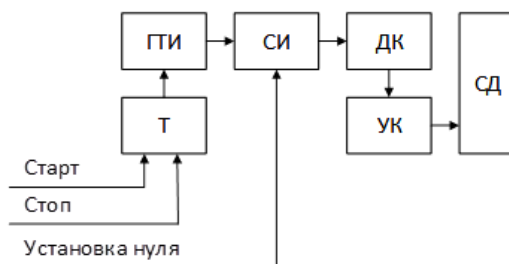
Установка предназначена для исследования зависимостей параметров взаимодействия магнитных объектов при изучении раздела «магнетизм» в рамках школьной программы по дисциплине физика.

Исследуется преобразование кинетической энергии подвижных магнитных тел в энергию вращательного движения системы объединённых объектов под действием магнитных сил сцепления.

Кинетическая энергия поступательного движения определяется косвенным путем. Исходя из известного выражения энергия рассчитывается при определенной массе объектов и скорости их движения. Определение величины энергии вращательного движения системы тел требует дополнительных параметров: угловая скорость вращения (или частота вращения) системы; время взаимодействия объектов системы.

Кинетическая энергия накапливается объектами за счет начального пускового момента, обусловленного электромагнитными толкателями, и дальнейшего скатывания по направляющим с установленным углом наклона. Скорость определяется на конечном отрезке движения объектов за зафиксированный интервал времени.

Изготовлена лабораторная установка, включающая в себя: две опоры с направляющими и площадку контактного взаимодействия. Направляющие обладают наклоном в 30°. Они обращены друг к другу и имеют регулировку смещения относительно направления движения объектов. Опоры содержат пусковые камеры и электромагнитные толкатели, находящиеся на 0,2 м от немагнитной плоскости. На конечном отрезке линейного движения установлены инфракрасные датчики фиксации положения подвижного объекта.



**Рис. 1.** Функциональная схема хронометра: Т – триггер; ГТИ – генератор тактовых импульсов; СИ – счетчик импульсов; ДК – дешифратор кода; УК – усилительный каскад; СД – семисегментный дисплей.

Разработаны: система электропитания лабораторной установки; электронный хронометр временного интервала перемещения объекта между двумя датчиками положения. На рис. 1 представлена функциональная схема хронометра.

Фиксация конечного этапа эксперимента осуществляется за счет съемки высокоскоростной камерой. В замедленном воспроизведении, при известной частоте следования кадров, фиксируется время одного полного оборота, а также продолжительность вращения системы тел.

*Проект лабораторного стенда выполнен в ЦСТО НГТУ им. Р.Е. Алексеева по направлению «Промышленная электроника».*

### **Библиографический список**

1. **Тарабрин, Б.В.** Справочник по интегральным микросхемам / Б.В. Тарабарин. – М.: Энергия, 1981. – 816 с.
2. **Хоровиц, П.** Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл – М.: БИНОМ, 2019. – 704 с.
3. **Григорьев, О.П.** Транзисторы: Справочник / О.П. Григорьев. – М.: Радио и связь, 1989. Вып. 1144. – 272 с.

УДК 629.3.027

РАЖЕВ А.Д., КУЛАГИН А.Л.

## **РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ КОМПОНЕНТОВ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ» НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальным проектом среди высших учебных заведений всего мира является соревнование «Formula Student». Результатом этого проекта должен стать гоночный автомобиль, спроектированный и собранный силами студентов по всем требованиям действующего регламента.

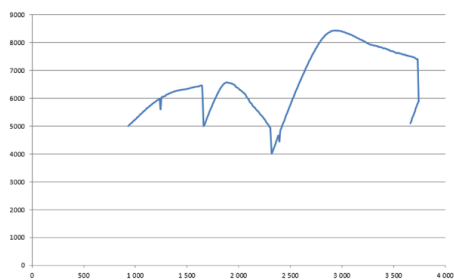
В наше время, область ПКМ наиболее востребованного в автомобилестроении. Данные материалы позволяют получить выигрыш в массе, при этом не теряя прочностные качества конструкции. К примеру, можно изготовить из ПКМ элемент подвески - толкатель амортизатора подвески (рис.1).

Для изготовления прототипа применялась: стеклоткань, имеющая в основе плетение полотно, а в качестве связующего компонента выступала эпоксидная смола ЭД-20.

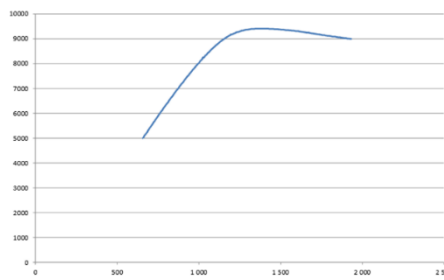


**Рис.1. Прототип толкателя амортизатора подвески, выполненный из ПКМ**

После изготовления прототипа толкателя амортизатора подвески, были проведены испытания его физико-механических свойств на разрывной машине ми-50у. Были получены следующие результаты максимальных нагрузок: растяжение – 8400 Н, сжатие – 9400 Н.



а)



б)

**Рис. 2. Результаты проведенных испытаний на: а) – растяжение; б) – сжатие**

После проведения испытаний физико-механических свойств прототипа появилась необходимость посчитать модуль упругости, полученного прототипа по формуле Эйлера:

$$P = \frac{4\pi^2 I}{El^2}; E = \frac{Pl^2}{4\pi^2 I}; E = \frac{3Pl^2}{\pi^2 hb^3}$$

где  $E$  – модуль Юнга;  $l$  – длина стержня;  $I$  – минимальный главный центральный момент инерции поперечного сечения стержня.

Проведя вычисления, был получен результат, что модуль упругости толкатель амортизатора подвески равняется 16,3 ГПа.

### ***Библиографический список***

1. **Батаев, А.А.** Композиционные материалы: строение, получение, применение / В.А. Батаев: Новосибирск: НГТУ, 2002. – 384 с.
2. **Бондалетова, Л.И.** Полимерные композиционные материалы: учебн. Пособие. / В.Г. Бондалетов.: учебное пособие – Томск: Томский политехнический университет, 2013. - 118 с.

УДК 629.113

СЕННОВ Е.А., КУЛАГИН А.Л., ЖУКОВ А.Е.

## **ТЕХНОЛОГИИ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
МБОУ Школа №127»

Трудно представить современное общество без информационных технологий. Технология 3D-печати не перестает будоражить умы своих последователей. Они описывают мир, где одежду не будут покупать в магазинах, а будут скачивать в Интернете и распечатывать. Мир, где каждый сможет создавать вещи по собственному усмотрению. В рамках НОУ работа была разделена на три части. Первая часть включала знакомство с технологиями трехмерной печати, принципы работы, расходный материалы, достоинства и недостатки каждой технологии, а также виды постобработки расходных материалов. Вторая часть посвящена испытаниям полимерных материалов и оборудованию для испытаний. Третья часть работы связана непосредственно с моделированием образцов для испытаний, трехмерной печатью образцов из ABS пластика и испытаниям полимера в лабораторных условиях на базе кафедры «Аэрогидродинамика, прочность машин и сопротивление материалов» НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

Были изучены такие технологии трехмерной печати как: FDM - метод последовательного наплавления (нанесения), SLA - лазерная стереолитография, SLS - селективное лазерное спекание, SLM- селективное лазерное плавление. В работе я изучил принципы работы каждой технологии 3D печати, рассмотрел расходные материалы для каждой из технологий, ос-

ваивались в области применения 3D принтеров, а также плюсы и минусы каждой из технологий.

Во второй части изучались виды испытаний, их огромное множество, начиная от механических испытаний и заканчивая испытаниями на воспламеняемость. Основой для понимания свойств материала являются сведения о том, как материал реагирует на любую нагрузку. Рассмотрел каким образом на испытательных машинах возможно оценить полимер на разрыв и растяжение.

В третьей части был испытан ABS пластик. Чтобы испытать материал, нужно смоделировать образец само изделие (рис.1). В качестве образца для моделирования в программе Компас3D была выбрана деталь из ГОСТ №1497-84. При помощи 3D-принтера, были распечатаны 9 образцов из ABS пластика (рис. 2). Для испытания использовались несколько изделий, а именно 3 по 3 слоя, 3 по 6 слоев и 3 по 9 слоев и в ходе испытаний получили результаты сформированные в графики зависимости перемещения и усилия (рис. 3).

Весь процесс (от изначальной идеи до распечатанного изделия) занял несколько месяцев. В будущем планируется более подробное изучение других методологий 3D моделирования, изучение инструментов 3D моделирования, в частности CatiaV5, и множество других программных обеспечений.

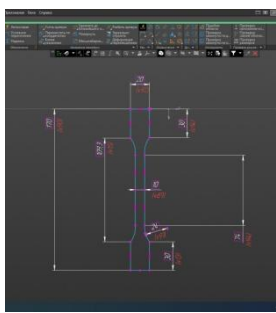


Рис. 1. Модель образца



Рис. 2. Образцы из ABS пластика

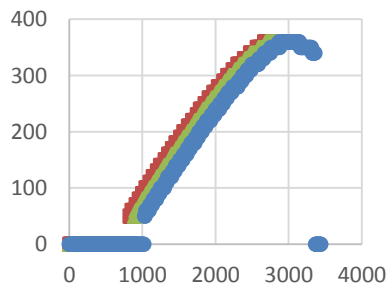


Рис. 3. Графики зависимости перемещения и усилия

УДК 658.7

ШЕРЕМЕТЬЕВА А.И., МИНУТИН С.А.

## В ОСНОВАНИИ РОССИИ – РУССКИЙ ЯЗЫК, ОБРАЗОВАНИЕ И ЗНАНИЕ

МБОУ ДО «ЦВР «Ровесник», г. Заволжье,  
МБОУ СШ № 8, г. Заволжье

*«Да здравствует истинное и благое просвещение».*  
*И.Я. Яковлев*

В настоящее время не только в нашей стране, но и в мире обостряются межнациональные отношения. Для разъединения людей всегда находится больше причин, чем для объединения. Одним из объединяющих факторов является язык, на котором говорит народ. Этот фактор.

Увы, но сегодня в нашей стране уже сделано очень много для того, чтобы русский язык терял людей, говорящих на нём. Простой пример, в нашем провинциальном городе Заволжье, с населением менее 30 тыс. чел., студенты вузов защищают дипломы на английском языке. Я, честно говоря, не могу представить, чтобы итальянские, американские, немецкие, французские студенты из глухих провинций защищали свои дипломы на русском языке.

На круглом столе в Общественной палате Российской Федерации, в 2020 г., было отмечено, что за последние тридцать лет русский язык потерял пятьдесят миллионов человек. Конечно, странно, что даже в русскоговорящих и соседних странах, во всём плохом обвиняют русских, как говорящую только на этом языке нацию, а во всём хорошем, кого угодно, но говорящих на других языках. В российских школах, в русскоязычной стране, родителей заставляют подписывать документ разрешающий преподавать их детям, «родной язык» и русский язык.

Примечательно, что даже на государственных телевизионных каналах никогда не приводятся мнения представителей других народов, даже проживающих на территории России, о русских и русском языке. Возможно, что их уже нет в нашей современной действительности, той действительности, когда украинцы, казахи, прибалты, армяне... все граждане бывшего СССР, включая и самих русских, стремятся забыть русский язык, но они – эти представители своих наций, стремящиеся к объединению всех народов, были раньше в нашей совместной истории.

Об одном таком человеке с большой буквы, знающем и почитающем русский язык, как объединяющую народы скрепу, хотелось бы рассказать.

Иван Яковлевич Яковлев - чуваш и великий просветитель. В настоящее время среди русской интеллигенции формируется движение за причисление Яковлева к лику святых.

За свою полувековую подвижническую деятельность он открыл в Поволжье свыше 1200 светских школ, оставил огромное духовное наследие. Но главное, чем характеризуется его жизнь – отношение к людям как к единому сообществу: «Человечество – это народы. Русские, татары, мордва, чувашаи – всё одно: люди» ... Кроме того, И.Я. Яковлев прекрасно понимал, что народы должны учиться друг у друга и то, что отдельные народы могут нести на себе тяжкое бремя ответственности за другие народы, заниматься их просветительством и развитием. Именно для этого им необходим единый, общий язык. Одним из таких народов и языков он считал русский народ: «Чтите и любите великий добрый и умный русский народ, таящий в себе неисчерпаемые силы ума и воли».

Яковлев - патриарх своей национальной культуры - оказался примером для всех прочих народов. Благодаря русскому языку, продвижению лучших образцов культуры, он сумел сплотить низовых и верховых чувашей в единый народ, а затем показал путь сплочения всем остальным народам России.

Яковлев во все периоды своей жизни оставался убеждённым поборником дружбы между народами. Кстати, он был за двуязычие, которое получило повсеместное развитие в Советском Союзе. Более того, двуязычие было его идеалом: с одной стороны, «Русский язык нужен нам, чувашам, как воздух», с другой, - «Русский – не вместо родного, а вместе с родным».

Родился И.Я. Яковлев 13 апреля 1848 г. в Симбирской губернии.

Всю свою жизнь он изучал разные нации и отдавал должное каждой из них, и пришёл к убеждению, что все мы люди, даже несмотря на то, что: «Немцы и англичане отличаются тем свойством, что всё хорошее приписывают себе. Плохое стараются приписать другим народам... Науку двигают вперёд не представители двух или трёх национальностей, а учёные всего мира, всех народов, какие существуют на земле. Убеждён, что чуваш Бичурин оказал огромную услугу всему человечеству, открыв Китай».

Яковлев прекрасно осознавал и часто повторял для понимания всеми народами основы управления: «Не от президентов и королей только зависит жизнь народа, а от многих других причин. Жизнь идёт своим чередом, движется вперёд независимо от королей и президентов». О чём эти слова? О том, что любой лидер нации по тем или иным причинам может предать свой народ. Увы, но порядочность у каждого человека своя и подчас её ресурс очень ограничен. поэтому не нужно верить в лидеров – нужно верить в народ, в его традиции, в его принципы.

Принципы, которые видел И.Я. Яковлев в своём и других народах просты и величавы: «Если у человека нет ни мыслей, ни чувств, ни достаточного знания предмета, то и на бога-



том словами языке он ничего разумного не сможет высказать. Но если у бедного народа, высокомерно считаемого диким, есть мысли, чувства, совесть и разум, то поверьте, он умеет найти нужные слова для их выражения».

Яковлев говорил и о смерти языка, как о смерти народа, что сегодня для народа России является очень злободневной темой: «Язык умирает вместе с его народом, и требовать, чтобы родной язык народом был забыт, почти равносильно требованию смерти этого народа». Так выходит, что подвергая забвению русский язык и родной язык мордвы, чувашей, татар, бурят и других народов, живущих в России, подменяя их другими языками, а речь уже идёт о смене алфавита в Грузии, Казахстане и т.д с кириллицы на латиницу, готовится забвение этих народов.

Всё духовное наследие И.Я. Яковлева обращено ко всем народам мира, но прежде всего к чувашскому и русскому народу. К русскому, как к скрепе народов, живущих в России, к чувашскому и другим народам, как к благодарным ученикам и, что более значимо, учителям русского народа, одной из главных особенностей которых является умение впитывать чужие знания и приспосабливаться к традициям других народов.

Нам, всем народам, проживающим на территории России, необходимо вновь учиться слышать и понимать друг друга.

УДК 338.49

ШМЕЛЕВ П.О., ПЛАТОНОВ А.В., ИВАКИНА Е.А.

## **ТЕНДЕНЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ**

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева,  
ННГУ им. Н.И. Лобачевского,  
МБОУ СШ № 16, г. Арзамас

Название географического природного объекта «Топоним «Дальний Восток» (Far East, Extreme Orient) введен в оборот политиками и географами Западной Европы в XVIII в. как обозначение объекта геополитических интересов западных держав в Восточной Азии. Российская империя во второй половине XIX в. стала одним из основных участников геополитических «игр» в регионе. В связи с этим в общем Дальнем Востоке была обозначена российская часть.

Географическая точка: 43.16369, 131.90389 (Россия, Владивосток, Вторая речка) является символической, отсюда в далеком 1968 г. на электричке отправлялся после службы в армии для посадки в железнодорожный эшелон в г. Хабаровске старший из авторов данных тезисов. Поэтому изучение нынешнего экономического состояния дальневосточной части РФ не носит праздный спонтанный интерес. Молодые учащиеся согласились участвовать в исследовании нынешнего экономического состояния Дальнего Востока.

Исследования показали, что одним из значимых результатов в развитии региона явился запуск в бухте Мучке (близ Ванино Хабаровского края) первой очереди одного из крупных угольных терминалов в стране. На первом этапе введён комплекс для перевалки угля мощностью 12 млн. т. в год. Второй этап, который запланирован на 2023 г., предусматривает увеличение мощностей до 24 млн. т. Объект войдёт в ТОП-5 российских угольных терминалов. В частности, проходя службу в школе младших авиационных специалистов в Ванинском порту г. Советская Гавань, солдатам семидесятых годов не раз приходилось участвовать в разгрузке вагонов, а сегодня в порту работает мощный терминал, аналога которого нет в России.

Тенденции экономического развития Дальнего Востока за последние годы представлены во многих научных работах, в статических отчетах, в государственных программах и в других государственных и региональных документах. В статье [1] показаны существующие

проблемы, сдерживающие рост экономического развития Дальнего Востока, и пути их решения. В работе [2] показано, что Дальневосточный федеральный округ (ДФО) в 2016 г. занял 6 место по объему налоговых поступлений Российской Федерации. Общая сумма налоговых поступлений по всем уровням бюджета составила порядка 657 млрд руб., или 4,6% совокупных налоговых поступлений Российской Федерации. Около половины налоговых отчислений ДФО (48%) обеспечиваются за счет добычи полезных ископаемых. Как показали результаты анализа, инвесторов в регионе привлекает в основном два фактора: (1) возможность получения прибыли от реализации рыночного потенциала в сочетании с (2) должной поддержкой со стороны властей, которая помогает им успешно вести бизнес, что подчеркивает в высшей степени важную роль государства в обеспечении благоприятного инвестиционного бизнес-климата и условий.

В 2022 г. в Приморье запустят первую очередь первого на Дальнем Востоке центра обработки данных мирового уровня. Инвестиционный проект создания коммерческого центра обработки данных (ЦОД) компании Key Point реализуется по соглашению с единым институтом развития – Корпорацией развития Дальнего Востока и Арктики. Исполнителем выступает компания «Свободные Технологии Инжиниринг» по франшизе владельца сети дата-центров 3data. Новый ЦОД будет полностью соответствовать требованиям к уровню надежности Tier III Uptime Institute. В рамках проекта на территории опережающего развития «Надеждинская» на участке площадью 2 га будут поэтапно развернуты офисный корпус и три модуля центра обработки данных суммарной емкостью 1200 стойко-мест по 5 кВт ИТ-нагрузки. Первые 400 стоек будут готовы к оказанию услуг в середине 2022 г.

Пристальное внимание к экономическому развитию Дальнего Востока подтверждается тем, что на реализацию госпрограммы в федеральном бюджете на 2022–2024 г. предусмотрено более 158 млрд. руб. Выделены дополнительные 9,46 млрд. руб. на финансирование программы «Единая дальневосточная субсидия». На 15,5 млрд. руб. увеличены средства на создание инфраструктуры в ТОР в связи с возрастающим количеством инвестиционных проектов в этом преференциальном режиме. В несколько раз увеличен объем средств, предусмотренных для субсидирования процентной ставки по льготным кредитам для резидентов ТОР и свободного порта Владивосток. Предполагается повысить эффективность реализации этой программы – ограничить сроки, на которые выделяется льготный капитал, при этом увеличить объемы поддержки.

В качестве основного партнёра по реализации этой программы рассматриваем группу ВЭБ.РФ. Всего на субсидирование процентной ставки из резерва планируется дополнительно выделить 15,5 млрд. руб.. Этот механизм позволит сформировать портфель новых проектов объемом до 200 миллиардов рублей. Новые проекты, в свою очередь, создадут новые рабочие места, новые налоговые поступления в бюджет, что позволит повысить качество жизни дальневосточников.

### *Библиографический список*

1. **Варфоломеева, А.С.** Инновационное развитие на дальнем востоке / А.С. Варфоломеева, И.С. Капустенко // *Современные наукоемкие технологии.* – 2013. – № 10-2. – С. 189-189.
2. Дальний Восток. [Электронный ресурс]. – URL: [https://primorsky.ru/authorities/executivagencies/departments/license/news.php?ELEMENT\\_ID=118881](https://primorsky.ru/authorities/executivagencies/departments/license/news.php?ELEMENT_ID=118881)

# КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ (УМНИК)

---

УДК 621.74

АКУЛОВА А.А.

### ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЧУГУННЫХ БЛОКОВ ЦИЛИНДРОВ В УСЛОВИЯХ ООО «НЛЗ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На данный момент на ООО «НЛЗ» ведётся активная работа над повышением качества отливок, которые раньше выпускались на других предприятиях. Одна из этих отливок — это блок цилиндров, его можно назвать основой любого двигателя. К нему крепятся головка блока, агрегаты, коробка передач, а внутри расположены поршневая группа и кривошипно-шатунный механизм. Очевидно, каждый из этих узлов испытывает нагрузки, а, значит, на блок действуют большие силы, переменные по величине и направлению. Исходя из условий использования, блок цилиндров должен быть достаточно жестким, не деформироваться при нагрузках во время эксплуатации. Использование чугуна в производстве полностью оправдано за счет оптимального соотношения цены материала и его технических свойств.

На ООО «НЛЗ» используются одно из самых современных оборудований:

- стержневые автоматы Laetpre, 80 / 60 л;
- АФЛ Savelli 1400 x 1100 x 450/450, металлоёмкость до 850 кг;
- индукционные тигельные печи Otto Junker, 20 т;
- автоматическое заливочное оборудование Otto Junker;
- вибрационный конвейер JÖST для охлаждения отливок ;
- роботизированный манипулятор Andromat®;
- дробемётная машина проходного типа OMSG;
- автоматизированный зачистной комплекс Evolut.

Данное оборудование улучшает качество производства и увеличивает его серийность, не влияя на качество отливок.

Работа по повышению качества изготовления блока цилиндров будет проходить в несколько этапов. Первый этап - анализ технологий и оборудования, программного обеспечения и возможностей производства. Второй этап заключается в разработке возможных изменений технологии с сохранением прочностных характеристик отливки. Третий этап – оценка экономической и экологической эффективности внедряемых мероприятий. Финальным этапом будет внедрение разработанных решений на производство, их модернизация и усовершенствование с учётом потребностей завода.

в настоящее время ужесточаются требования к производству отливок из серого чугуна, что подтверждает гост 14846-2020 «межгосударственный стандарт двигателя автомобильные методы стендовых испытаний» и международный стандарт iso 9001:2015 системы менеджмента качества требования. в связи с этим нужно улучшать изготавливаемую продукцию и проводить необходимые работы по понижению брака.

### *Библиографический список*

1. **Александров, Н.И.** Материалы в машиностроении. Выбор и применение / Н.И. Александров [и др.]. – М: Машиностроение, 1969. – 248 с.
2. **Бунин, К.П.** Строение чугуна / К.П. Бунин, Ю.Н. Таран. М.: Металлургия, 1972.-224с.

УДК 004

АЛШЕЕВА А.А., ЕГОРОВ Ю.С.

## **ЦИФРОВОЙ ПОМОЩНИК ТУРИСТА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В связи с проведением специальной военной операции на территории Украины, введены санкции, серьезно снизившие потенциал туристской отрасли России на годы, или даже десятилетия. Кроме того, все еще окончательно не сняты ограничения, связанные со вспышкой коронавирусной инфекции COVID-19, объявленной Всемирной организацией здравоохранения пандемией, которая нанесла серьезный удар по индустрии туризма во всем мире.

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.

Цифровой помощник туриста на основе искусственного интеллекта должен оказывать помощь пользователю (туристу) при определении оптимального состава посещаемых объектов и маршрута передвижения между туристскими объектами на основе определенных им приоритетов (интересов), с учетом условий внешней среды (дорожная обстановка, очереди, время года и т.п.).

Развиваемая концепция предполагает, что во время пребывания в некоторой локации (например, городе) турист должен с помощью цифрового помощника посетить максимально возможное количество туристических объектов, которые имеют для него максимально возможную ценность. Для этого программа мероприятий, порядок посещения туристских объектов и маршрут следования должны формироваться на основе картографических сервисов и процедур интеллектуального анализа данных [1].

Таким образом, в связи с глобальной неопределенностью, вызванной коронавирусной инфекцией и санкциями, целесообразной является разработка отечественного программного

обеспечения для туриста, обеспечивающего ему возможность отдыха как на уровне отдельно взятого региона, так и России в целом, преимущественно с применением современных информационных технологий, таких как искусственный интеллект.

1. **Сухова, А.Д.** Поддержка принятия решений при определении приоритетов событий с применением комбинаторной оптимизации / А.Д. Сухова, Ю.С. Егоров, И.А. Мозолин // *Материалы XVII Всерос. Науч. Конф. «Нейрокомпьютеры и их применение» (НКП-2019): – М.: МГППУ, 2019. С. 145-146.*

УДК 66.023

АФАНАСОВ М.А., ЗАТРАВКИНА Е.И.

## РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКОГО ОЗОНАТОРА С УЛУЧШЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

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

В настоящее время качество оказываемой пациентам медицинской помощи напрямую зависит от технического оснащения лечебно-профилактических учреждений высокоэффективным оборудованием, поэтому его производство актуальным.

Современная медицина старается задействовать как можно больше ресурсов для профилактики и лечения заболеваний, а их регулярное развитие и распространение стимулирует поиск новых методов лечения.

Озонотерапия в современной медицине давно получила теоретическое и экспериментальное обоснование [1]: имеет хорошую методологическую базу; отличается простотой и доступностью применения, небольшим числом противопоказаний, а также высокой медико-социальной и экономической эффективностью.

Все представленные на мировом рынке приборы озонотерапии применяются в конкретных областях медицины: стоматологии, травматологии и т.д., однако нет ни одного универсального озонатора медицинского назначения.

Цель работы - проектирование модуля управления универсального озонатора медицинского назначения с улучшенными характеристиками по сравнению с аналогами.

Сравнительная характеристика разрабатываемого озонатора и его аналогов представлена в табл. 1.

*Таблица 1.*

**Сравнительная характеристика разрабатываемого озонатора и его аналогов**

Наименование параметра	Разрабатываемый аппарат	“Аппарат АОТ-Н-01-Арз-01”	Аппарат «Medozon Compact»	Устройство «OzoneDTA J-500»	Синтезатор ЛЕПСЕ А-с-ГОКСФ-5-05
Измеритель концентрации озона в газе	есть	нет	есть	нет	есть
Измеритель концентрации озона в жидкости	есть	нет	нет	нет	нет
Значение концентрации озона в ОКС на выходе, мг/л	0,3-80	0,05-10	2-80	0,2	0,2-30
Макс. время процедуры, мин	60	60	20	10	50

Стоимость, тыс. руб	95,0	144,1	755,8	339,1	170,5
------------------------	------	-------	-------	-------	-------

Медицинский озонатор с проектируемым модулем управления превосходит аналоги по многим критериям, важным из которых является цена: по предварительным подсчетам, на данный момент она составляет 95000 рублей.

### *Библиографический список*

1. **Щербатюк, Т.Г.** Современное состояние озонотерапии в медицине. Перспективы применения в онкологии // Современные технологии в медицине. – 2010. – № 1. – С. 99-106

УДК 621.039

БЛОХИН А.А., САМОЙЛОВ А.М., САТАЕВ А.А., АНДРЕЕВ В.В.

### **РАЗРАБОТКА ПМК «КОНТУР» ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНТУРОВ ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Естественная циркуляция (ЕЦ) - перспективное направление в энергетике из-за своей физической сущности – отсутствие необходимости использования внешних механических устройств для создания полезного напора. Например, она обеспечивает надежное отведение остаточных тепловыделений в активной зоне реактора при выходе из строя всех главных циркуляционных насосов первого контура.

Важной целью при расчете ЕЦ является определение массового расхода, а также связанных с этим параметром характеристик. Для нахождения нужного решения необходимо решить сложную систему уравнений. Также каждый контур имеет индивидуальные параметры, влияющие на полезный напор ЕЦ, которые необходимо учитывать, например, гидравлическое сопротивление трубопровода или значение разности высот между центрами нагревательного и охладительного участка.

Следует отметить, что особую значимость для технических систем, включающих ЕЦ как составную часть рабочего процесса, представляет обеспечение ее устойчивости. Данный факт накладывает дополнительные расчеты для прогнозирования и вычисления оптимальной конструкции контура.

Разработанный программно-методологический комплекс (ПМК) «Контур», представляющий под собой программу инженерного анализа, позволит решить упомянутые задачи с большой скоростью и наименьшими погрешностями. Это позволит уменьшить экономические затраты на разработку новых объектов в любой сфере энергетики, в основе работы которых лежит ЕЦ, а также повысит эффективность их проектирования.

Языком программирования был выбран C++, который обладает очень высокими показателями вычислительной производительности, что также обеспечивает достойную скорость исполнения кода. Кроме того, он не нагружает программы, а еще предъявляет минимальные требования к устройствам, на которых они запускаются.

План разработки включает в себя создание натурной экспериментальной установки и её цифрового двойника (ЦД). С помощью ЦД будет наработана база данных (БД), содержащая результаты экспериментов при различных условиях. Заключительным этапом будет написание кода программы и его верификация.

Указанный метод разработки выгодно отличается от аналогичных, потому как конечный пользователь получает не только ПМК «Контур», но и верифицированный шаблон

ЦД, который может редактировать под свои параметры установки и использовать его как тренажер для обучения персонала.



Рис. 1. План разработки

1. **Амосов, А.А.** Вычислительные методы инженеров: Учеб. Пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. - М.: Высш. шк., 1994.- 554 с.

УДК 621.74.01

БЛОХИНА А.С., СЫЧЕВ К.С., ЕГОРКИН О.В.

## **РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО РОБОТА ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ЧИСТОТЫ ПАРКОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ В РАЗЛИЧНЫЕ ВРЕМЕННЫЕ ПЕРИОДЫ**

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

Современное состояние робототехники все больше позволяет расширить зону их применения. Так с мая 2021 г. на улицах Хельсинки появился беспилотный робот модели Trombia Free от компании Trombia Technologies. Другим представителем данного направления является китайский беспилотный робот Woxioabai. В России подобных разработок не было найдено.

Целью создания данного проекта является разработка отечественной платформы автоматической системы уборки территорий различного характера. Разнообразие загрязняющих территорию объектов, к которым в первом приближении необходимо отнести снег и пыль, а также ландшафтов этих территорий, не позволяют создать единую компоновку устройства, одинаково, отвечающую всем требованиям. Это обстоятельство наталкивает на модульность конструктивных решений [1]. Предполагается создание семейства устройств отвечающих за уборку различных территорий.

На первом этапе предполагается создание системы уборки парковых территорий как наиболее простой с точки зрения взаимодействия с окружающим миром. Все элементы системы разделены на две группы. Первая группа отвечает за перемещение робота в окружающей среде. Тут решается задача определения местоположения робота на карте местности и распознавание объектов, с которыми необходимо взаимодействовать. Решение этой задачи осуществляется бортовой вычислительной системой, за которую на первом этапе принят Raspberry Pi3 Model B+. Для работы с изображениями используется библиотека OpenCV. Распознавание объектов окружающей среды осуществляется через систему видеочамер, установленных на корпусе робота. Для анализа поступающих с камеры изображений применяется алгоритм Canny. Определение местоположение робота производится системой «ГЛОНАСС/GPS». Алгоритмы перемещения приведены в работе [2].

Вторая часть конструкции - система уборки. Сделать ее универсальной не возможно ввиду разнообразия объектов взаимодействия. В данном случае предполагается разработать отдельные модули для различных погодных ситуаций. Так, в рамках весенне-летнего периода предлагается использовать систему полива и автоматизированные щетки. В зимнее

время уборка снега может осуществлять отвалом, при небольшом слое снега или шнековой навеской.

Наиболее острой проблемой, вставшей на этапе разработки прототипа, является проблема массогабаритных характеристик и времени работы. С точки зрения общей компоновки разрабатываемая модель двигается на четырех независимых колесах, каждое из которых приводится в движение отдельным двигателем, что оправданно в данной ситуации. Однако расчетная масса конструкции недостаточна в зимнее время года для уборки снега, а ее утяжеление приводит к уменьшению времени автономности в 1,5...2 раз. На текущий момент данная задача требует более тщательной проработки алгоритмов взаимодействия объекта, что невозможно на текущей стадии.

Дальнейшее развитие проекта связано с созданием полномасштабной модели данного робота и обработки алгоритмов его перемещения в условиях парка.

### ***Библиографический список***

1. **Козырев, Ю.Г.** Промышленные роботы: основные типы и технические характеристики: учеб. пособие – М.: КНОРУС, 2015. – 560 с.
2. **Егоркин, О.В.** Создание алгоритма движения мобильного робота для обслуживания гибких автоматизированных цехов / О.В. Егоркин, Д.А. Старов // Приволжский научный вестник – № 12-2 (64) – 2016– С. 43–48.

УДК 66.074

БУХАРОВ Д.М., ТУТАНИНА Е.М., СТЕПЫКИН А.В. СИДЯГИН А.А.

## **РАЗРАБОТКА КОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ АБСОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ВЫБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

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

Решение очистки газов промышленных предприятий - одно из перспективных направлений развития технологий в современном обществе. Кроме непосредственно самой очистки и уменьшения количества выбросов, сами газы могут становиться источником сырья для получения вторичной продукции. Например в Нижегородской области с привлечением специалистов НГТУ им. Р.Е. Алексева уже построен завод с использованием технологии улавливания CO<sub>2</sub> из газовых выбросов.

Одно из наиболее удачных решений при выборе варианта очистки - сорбционная очистка [1, 2]. Важным требованием к проведению процесса является обеспечение минимального гидравлического сопротивления, так как продувка большого количества газа и сопряжена с существенными затратами, при этом используются большие по размерам газодувки. Указанным качеством обладают насадочные колонны абсорбции.

Самые дорогостоящие элементы таких колонн - насадочные контактные устройства. К ним предъявляют ряд требований:

- небольшой удельный вес, прочность элементов;
- эффективность при работе;
- низкое гидравлическое сопротивление;
- приемлемая стоимость;
- химическая пассивность, долговечность.

Разработка насадочных устройств ведется на базе кафедры ТОТС ДПИ НГТУ им. Р.Е. Алексева. Основными причинами медленного процесса внедрения можно указать отсутствие собственной опытной производственной базы, а также лаборатории с применением ре-



альных сред по которым можно было бы оценить действительную работоспособность. Все это приводит к долгому оптимизационному циклу рождения изделия.

Первые пилотные испытания одной из таких насадок, имеющей полугиперболоидную и гиперболоидную форму, показали, что она работает на уровне контактных устройств ведущих производителей, ранее представленных на российском рынке, таких как Koch-Glich, Sulzer. Однако иностранные компании на данный момент не сотрудничают с производителями из РФ. При этом качество процесса при работе предлагаемой полимерной насадки оказалось несколько лучше. Немаловажным фактором с точки зрения применения контактных устройств, является гидравлическое сопротивление, которое также невелико (2 – 6,4 мБар/м). Таким образом, применение разработанных контактных устройств в рамках очистки и рекуперации газовых выбросов - весьма перспективное направление.

### *Библиографический список*

1. **Amrollahi, Z.**, Optimized process configurations of post-combustion CO<sub>2</sub> capture for natural-gas-fired power plant-energy analysis / Z. Amrollahi [et al.] // Int. J. Greenh. Gas Control. – 2011. – V. 5 – P. 1393–1405.
2. **Yann Le Moulec**, Process modifications for solvent-based post-combustion CO<sub>2</sub> capture/ Thibaut N., Adam Al Azk [et al.] // Int. J. Greenh. Gas Contr. – 2011.–31.–P. 96–112.

УДК 621.43

ВАРСЕЕВ Д.Н., ХРУНКОВ С.Н.

## **РАЗРАБОТКА ПРОМЕЖУТОЧНОГО НАПРАВЛЯЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СОСТАВЕ МАЛОРАЗМЕРНОГО ТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ В РУЧНОМ ПНЕВМАТИЧЕСКОМ ШЛИФОВАЛЬНОМ ИНСТРУМЕНТЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Турбомашины – роторные лопаточные устройства непрерывного действия, в которых рабочее тело (воздух, продукты сгорания, пар) движется в межлопаточных каналах, осуществляя преобразование энергии в результате взаимодействия с поверхностью лопаток. В ручном пневматическом шлифовальном инструменте применяют в основном пневматический привод, являющийся взрыво-пожаробезопасным и способным длительное время работать в запыленных условиях.

Пневматические турбины представляют собой машины с непрерывным потоком, которые могут быть одно- или многоступенчатого исполнения. Преобразование энергии давления в кинетическую энергию происходит в сопловом аппарате. В многоступенчатой турбине большая часть кинетической энергии преобразуется в первом турбинном колесе, а оставшаяся энергия преобразуется во втором и последующих турбинных колесах.

В настоящее время весь ручной пневматический шлифовальный инструмент оснащён ротационными пневматическими двигателями с неуравновешенными вращающимися массами. Это вызывает профессиональные заболевания (виброблезнь) и не позволяет повысить рабочую частоту вращения. Анализируя характеристики различных типов пневматических турбин был сделан вывод, что предпочтительна возможность использования радиального типа пневматических турбин в ручном шлифовальном инструменте.

В турбине, разработанной в НГТУ, влияние составных частей на общий КПД турбины распределено следующим образом: 60% вклад первой ступени, 30% вклад ПНА и 10% вклад второй ступени. Чтобы повысить КПД турбины требуется дальнейшее исследование. В дальнейшем в целях повышения эффективности турбомашин особый интерес представляет из-

менение геометрических характеристик ПНА турбины.

Наша работа направлена на совершенствование ступени ПНА и повышение КПД данного узла путём изменения формы канала и угла выхода потока при помощи численного, имитационного и физического моделирования. В общем случае, задача течения газа в решётке ПНА является трёхмерной. Однако в первом приближении, для оценки основных газодинамических процессов она может быть сведена к квазиодномерной (после выполнения условного спрямления канала).

Объект исследования - малоразмерная двухступенчатая пневматическая турбина

Предмет исследования - геометрические характеристики ПНА пневматической двухступенчатой турбины

Цель исследования - аналитический обзор технических средств для проведения стендовых исследовательских испытаний малоразмерной двухступенчатой пневматической турбины, повышение эффективности и получение опытных образцов ПНА для дальнейшего внедрения в уже разработанные РПШМ.

### *Библиографический список*

1. **Быков, Н.Н.** Выбор параметров и расчёт маломощных турбин для привода агрегатов / Н.Н. Быков, О.Н. Емин // - М.: Машиностроение, 1972. - 228 с.
2. **Кириллов, И.И.** Теория турбомашин / И.И. Кириллов, А.И. Кириллов.- Л.: Машиностроение, 1974. - 320 с.
3. **Наталевич, А.С.** Воздушные микротурбины / А.С. Наталевич. - М.: Машиностроение, 1970. – 208 с.

УДК 621.1

ДЕМКИНА Т.Д.

## **РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПЕРЕМЕШИВАЮЩЕЙ РЕШЕТКИ-ИНТЕНСИФИКАТОРА ДЛЯ ВОДО-ВОДЯНЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В АТОМНОМ РЕАКТОРОСТРОЕНИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основные положения повышения энергоэффективности отраслей промышленности изложены в законе об электроэнергетике и подготовленном проекте закона о теплоэнергетике.

Вся вырабатываемая тепловая энергия в странах мира до своего использования 2–3 раза проходит преобразование в различных теплообменных устройствах. Поэтому эффективность при производстве, передаче и использовании энергии (не только тепловой, но и электрической) напрямую зависит от эффективности теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования, в том числе теплообменных аппаратов. Задача повышения эффективности и компактности теплообменных аппаратов в основном решается использованием новых перспективных способов интенсификации теплообмена в аппаратах. Число публикаций по данной тематике непрерывно растет. Однако результаты этих исследований противоречивы. Выбор способа интенсификации не всегда обоснован и часто носит случайный характер.

В конструкциях подавляющего большинства теплообменных аппаратов, применяемых во всех этих отраслях, теплота от горячего теплоносителя к холодному передается через промежуточное твердое тело (стенку). При этом греющий теплоноситель передает теплоту к одной поверхности, а нагреваемый воспринимает ее от другой поверхности стенки, т.е. во всех случаях осуществляется теплообмен между теплоносителем и поверхностью теплообмена. Поэтому технико-экономические показатели теплообменных аппаратов всех типов и

назначений определяются уровнем обоснованности решений при проектировании конструкций макро- и микроструктуры поверхностей теплообмена. Это в основном относится к кожухотрубным, трубчато-ребристым, пластинчатым, пластинчато-ребристым и другим типам рекуперативных теплообменных аппаратов. Около 80% всех используемых теплообменников приходится на кожухотрубный тип, поэтому исследования и разработки в этой области представляют наибольший интерес.

На сегодняшний день примерно 85% всего рынка теплообменников в промышленности и энергетике приходится на кожухотрубные теплообменные аппараты. На данный момент только эти теплообменники могут использоваться при высоких температурах и давлениях. Для дальнейшего их применение необходимо повышение их тепловой эффективности (числа единиц переноса или коэффициента теплопередачи).

Уникальный опыт, накопленный в атомной отрасли при создании перемешивающих дистанционирующих решеток для тепловыделяющих сборок, является базисом для разработки решетки-интенсификатора кожухотрубного теплообменного аппарата. Установка такой дополнительной конструкции в подогреватель позволит улучшить теплообмен внутри аппарата, улучшатся его технические и экономические характеристики. Это позволит предприятиям, имеющим такую технологию, стать более конкурентноспособными и увеличить рынки сбыта. Улучшение теплообмена внутри аппарата, позволяет снизить металлоемкость конструкции и ее габариты, что является одним из основных параметров подбора оборудования, наравне с параметрами рабочих сред.

В докладе представлены результаты исследования тепловыделяющей сборки реактора, имеющей с теплообменным устройством схожий трубный пучок, расположенный согласно треугольной схеме расположения труб. Представлена 3D-модель решетки для реактора являющейся прототипом для новой решетки, устанавливаемой в теплообменный аппарат кожухотрубного типа.

УДК 547

ЗЛОБИН С.Ю., ЛУНИНА Д.М., ЕСИПОВИЧ А.Л.

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ КОНВЕРСИИ ГЛИЦЕРИНА В ГИДРОКСИАЦЕТОН**

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

Анализируя проблему иссякания нефти, ведущие специалисты приходят к выводу: в ближайшие годы добыча нефти достигнет своего максимального уровня, а затем будет стремительно снижаться, что повлечёт колоссальные последствия для экологии и экономики.

На данный момент активно развивается производство альтернативных видов энергоносителей, в частности биодизельного топлива, синтезируемого из растительных масличных культур. В течение последних двух десятилетий в ЕС и США сохраняется тенденция устойчивого роста производства биодизеля, однако в ходе его получения реакцией переэтерификации происходит образование побочного продукта — глицерина. Резкий рост объёмов производимого таким способом глицерина полностью покрывает существующие потребности. Накопление невостребованных избытков опрокинуло его стоимость на мировых рынках сырья.

Принципы зелёной химии открывают новые пути переработки глицерина в полезные продукты с повышенной валовой стоимостью, например, в глицеральдегид, молочную кислоту, ацетальдегид, акролеин, аллиловый спирт и др. Наиболее приоритетным, на наш взгляд, является гидроксиацетон (ацетол).

Химический состав и свойства этого вещества позволяют использовать его в различных промышленных сферах: пищевой (в качестве ароматизатора), фармацевтической, химиче-

ской и текстильной (восстановление красящего пигмента). Но главное применение ацетона — производство востребованного 1,2-пропиленгликоля, получаемого по реакции гидрирования.

Анализ российского рынка химической продукции показал полное отсутствие отечественного производства гидроксиацетона. Стоимость ацетона на мировом рынке сейчас составляет 1450 руб./кг, в то время как его получение из биоглицерина, при условии 100 % выхода и без учёта дополнительных затрат, способно снизить стоимость производства в 10 раз.

Цель настоящей работы - разработка технологии каталитической конверсии глицерина в ацетон на медьсодержащих гетерогенных катализаторах.

Предполагаемый маршрут реакции состоит из одной стадии, в ходе которой глицерин дегидрируется в ацетон на медных катализаторах, содержащих металлические и кислотные центры Льюиса, удаляющие первичную гидроксильную группу.

Лабораторные исследования проводились в установке реактивной дистилляции при использовании медьсодержащих катализаторов при следующих условиях процесса: концентрация глицерина 99,3 % масс., количество катализатора 5 % масс., температура 240 °С, 800 об./мин, время 6 ч. Лучший результат на данный момент показал  $\text{Cu}_2\text{O}$ . Конверсия глицерина в данном режиме достигла 98 %, а селективность образования ацетона составила порядка 50 %. В то же время сопутствующее осмоление глицерина и последующая дезактивация катализатора повлекли снижение технологических показателей.

Минимализация смолообразования является текущей задачей исследования, что направляет нас на разработку новых медьсодержащих катализаторов и проведение сравнительной оценки их эффективности, оптимизацию установки, подбор режима и поиск оптимальных условий ведения процесса. Выделение целевого продукта и доведение степени его очистки до уровня международного торгового стандарта выступает принципиальным ориентиром.

УДК 614

ЗУБКОВ Н.В., КЕЧИН Е.С.

### **БАКТЕРИЦИДНАЯ СУШИЛКА ДЛЯ РУК**

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

Пандемия коронавируса COVID - 19 внесла свои коррективы в жизнь населения нашей планеты. Многие люди пересмотрели свое отношение к соблюдению основных правил личной гигиены. С этой позиции в большинстве сфер деятельности проводились научные исследования на предмет эффективности применения устройств бактерицидного типа.

Так, в недавнем исследовании журнала *Journal of Hospital Infection* британскими учеными была определена нецелесообразность использования электрических сушилок для рук, из-за высоких показателей распространения бактерий и вирусов на коже человека, при обдуве рук теплым воздухом. Для решения данной проблемы предлагается конструкция усовершенствованной сушилки для рук бактерицидного типа.

Бактерицидная сушилка для рук представляет собой электрический прибор, нагревающий воздух и осуществляющий сушку рук путем обдува их теплым воздухом, без распространения бактерий в воздушной среде и на объекте сушки (руках) [1].

В настоящее время применение устройств, осуществляющих бактерицидное обеззараживание, к таким относят рециркулятор, устройства кварцевания, в основе которых заложено применение ламп УФО, обусловливается следующими проблемами: Недостаточный показатель бактерицидного эффекта (или его полное отсутствие) как результат неэффективность применяемого устройства, определяющийся как соотношение длины волны лампы УФО и скорости воздушного потока в «рабочем» объеме.

Необходимость применения бактерицидного устройства в помещении без людей, в связи с вредностью излучений применяемых ламп УФО на здоровье человека.

Научная новизна предлагаемых в проекте решений заключается в применении безопасной для человека технологии очистки воздуха с помощью ламп УФО (существующей на сегодняшний день) в устройстве с целью гигиеничной сушки рук.

В основе проводимых научно-исследовательских работ (НИР) лежит определение эффективности бактерицидного эффекта реализуемой конструкции с учетом основных конструктивных материалов (корпуса, узла вентилятора, воздуховода), а также характеристик комплектующих узлов (длина волны лампы УФО, мощность двигателя (скорость воздушного потока), объем и форма воздуховода).

Также в работе представлены преимущества эффективности применения предлагаемого конструктивного решения в сравнении с уже существующей технологией очистки воздуха с помощью фильтров.

---

1. «Электросушилки или бумажные полотенца: что выгоднее для бизнеса?» / [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sima-land.ru/o-kompanii/novosti-kompanii/4423/>

УДК 621.396.969

КУЗНЕЦОВ Е.Н., ДОРОФЕЕВ С.А., КУЗИН А.А.

## **РАЗРАБОТКА ПРОСВЕТНОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ПРИЕМО-ПЕРЕДАТЧИКА WI-FI ДИАПАЗОНА ДЛЯ «УМНОГО» ДОМА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Часто возникает ситуация, когда хозяева оставляют свое жилье без присмотра (дачи в зимний сезон, дома во время отпуска). Оптимальный, по мнению экспертов, способ защиты жилища – установка сигнализации. На фоне довольно стремительно развивающейся концепции «умного» дома в России и во всем мире появилась идея рассмотреть охранную систему как одну из самостоятельных подсистем «умного» дома.

Существует большое количество охранных систем, но все они, как правило, основываются на методах, отличных от предлагаемого. В связи с этим они имеют ряд уязвимостей.

В данной работе рассматривается использование просветной радиолокационной системы. Система охраны периметра дома будет определять факт пересечения границы территории объектами, такими как люди, животные, техника и др., имеющими эффективную площадь рассеивания, которая будет превышать заданную заранее величину. Для охраны периметра будет использоваться система с частотами, лежащими в Wi-Fi диапазоне. Такая система может входить в состав автономной или пультовой охраны. Выбор такого частотного диапазона позволяет достичь необходимой разрешающей способности, а также не нуждается в дополнительном лицензировании. Эта система будет иметь высокую надежность. Формируется сплошная зона обнаружения по всему периметру. Наличие приемопередающих позиций на каждом углу, определяющие геометрические параметры контролируемой зоны, исключает ситуацию «затенения» одним объектом, расположенным вблизи одной позиции модуля, другого, меньшего по размеру, расположенного дальше, а также обеспечивает простую масштабируемость системы. Так как используется просветная система, гарантируется работа в любых погодных-климатических условиях.

Поле рассеяния вперед определяется только теневым силуэтом объекта, то есть его проекцией на плоскость, перпендикулярную направлению облучения. Максимальное значение ЭПР зависит только от теневого силуэта объекта и не зависит ни от его отражательной способности (объект может быть абсолютно черным телом), ни от трехмерной формы [2]. Заметим также, что ЭПР идеально проводящей плоской металлической пластины при обна-

ружении поля, рассеянного вперед и назад, одинакова. Только при рассеянии назад любое отклонение от идеальной проводимости или от плоской формы приводит к резкому снижению ЭПР, а при рассеянии вперед никак не влияет на нее.

При выборе длины волны для просветного радара существует компромисс между максимальным значением ЭПР и шириной зоны обнаружения. Делать просветный радар в миллиметровом диапазоне для обнаружения метровых и субметровых объектов бессмысленно, потому что ширина зоны, в пределах которой будет формироваться теневое поле, будет очень узкой. Поэтому оптимальным решением являются дециметровые волны, при этом размеры объектов будут в среднем значительно больше длины волны, то есть просветный эффект будет иметь место, но, с другой стороны, ширина просветной области будет оставлять порядка 30 градусов, что в переводе на метры будет уже около 20 м.

---

1. **Уфимцев, П.Я.** Черные тела и теневое излучение // РЭ. - Т.34, №12, 1989. - С.2519-2527

УДК 621.3

МЯСНИКОВ Д.В., ЖАРИНОВ И.В.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ВРЕМЯ-ТОКОВУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ**

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

Автоматический выключатель (АВ) – наиболее распространённый коммутационный аппарат защиты в сетях 0,4 кВ. Этот аппарат предназначен для защиты систем электроснабжения и потребителей от сверхтоков (короткого замыкания и перегрузки). Для защиты от токов перегрузки предназначен тепловой расцепитель, который представляет собой биметаллическую пластину, нагреваемую протекающим через нее током [1]. Геометрия биметаллической пластины при нагреве изменяется (она изгибается). Зависимость удельного изгиба пластины от времени и величины тока определяет время-токовую характеристику (ВТХ) АВ, которая является одним из основных критериев подбора АВ. В настоящее время существует ряд методик расчета параметров АВ, применяющихся при проектировании систем защиты электросетей. В целом, данные методики позволяют проектировать надежные системы защиты. Однако существенным недостатком современных методик выбора АВ по ВТХ является отсутствие механизмов учета отклонения условий эксплуатации от стандартных диапазонов. Так, согласно данным производителей, температурный диапазон эксплуатации АВ составляет  $-40 \div 70^\circ\text{C}$  (диапазон температур зависит от производителя и категории оборудования). Но зачастую оборудование эксплуатируется при повышенных температурах (например, температура внутри трансформаторных подстанций, питающих системы орошения сельскохозяйственных посевов, в засушливый период достигает  $90^\circ\text{C}$ ). Это приводит к раннему срабатыванию (отключению) АВ уже при номинальном токе. Установка АВ, рассчитанного на повышенный ток, приводит к увеличению вероятности аварийной ситуации, так как сеть не рассчитана на повышенные токи. Таким образом, необходимо разработать изменения в методики подбора оборудования. Для чего нужно установить характер влияния температуры на ВТХ. В нашей работе проведена серия экспериментов для выяснения дрейфа ВТХ автоматического выключателя при температурах от 30 до  $90^\circ\text{C}$ . Установлено, что дрейф время-токовых характеристик срабатывания составил 15-35% от номинальных значений. Дальнейшее исследование позволит дополнить существующие ВТХ и разработать рекомендации по внесению изменений в методики подбора автоматических выключателей.

1. Кузнецов, Б.Ф. Моделирование объекта тепловой защиты автоматического выключателя / Б.Ф. Кузнецов, М.В. Пильцов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2012. – № 3 (35). – С. 243-250.

УДК 677.044.132

ОТОПКОВА К.В., ЕСИПОВИЧ А.Л., КАНАКОВ Е.А.,  
КОНДРАТЬЕВ Е.А., ЧАРЫКОВА Т.А.

## РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ПЛАСТИФИКАТОРА ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПЕЧАТИ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО СВОЙСТВ

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева  
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

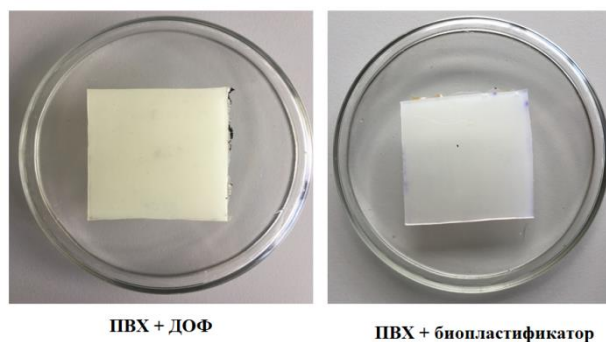
В последние года все чаще можно наблюдать различные принты на одежде не только взрослых, но и детей всех возрастов. При печати на текстильных тканях в основном используют пластизольные красители, содержащие фталатные пластификаторы (ФП). В процессе эксплуатации одежда с принтом со фталатными пластификаторами имеет ряд существенных недостатков: ФП могут легко вымываться после стирки, что приводит к загрязнению почвы и ближайших водоемов, а также оказывают 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. Озабоченность в современном мире вызывает, что груднички и малыши могут носить, а в особенности жевать одежду, содержащую фталаты, и потенциально поглощать эти химикаты внутрь. Таким образом, существует потребность в недорогой, нетоксичной, экологически безопасной альтернативе пластификаторам нефтяного происхождения, которые в настоящее время входят в состав очень многих потребительских товаров. Экологической альтернативой традиционным пластификаторам на основе фталатов выступают биоластификаторы на растительной основе, например, эпоксицированные растительные масла.

Эпоксицированное растительное масло используется в ограниченном количестве в качестве вторичного пластификатора и термостабилизатора при переработке ПВХ (не более 15%). Главный недостаток получения эпоксицированных растительных масел - их высокая цветность, что также ограничивает их применение.

В ходе работ нами синтезированы эпоксицированные эфиры жирных кислот рапсового масла (ЭЭЖК) и исследованы их свойства в качестве пластификатора ПВХ. ЭЭЖК характеризуются высокой пластифицирующей способностью, бесцветны и могут полностью заместить ФП. В отличие от ФП ЭЭЖК не токсичны и могут быть использованы для производства ПВХ изделий пищевого и медицинского назначения. Кроме того, за счет уникальной структуры при использовании ЭЭЖК в качестве пластификатора не требуются вспомогательные материалы, такие как разбавитель – регулятор вязкости, стабилизаторы разложения, пленкообразователи и др.

*Таблица 1.*  
**Основные показатели ПВХ плёнок**

Показатель	ПВХ + ДОФ	ПВХ + Биоластификатор ЭЭЖК
Вязкость суспензии, Па·с	4,0	2,4
Отн. удлинение, %	300	300
Прочность, МПа	8,07	8,18



**Рис. 1. Внешний вид ПВХ плёнок**

УДК 004

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

## **ИНТЕРАКТИВНЫЙ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ТЕРАПИИ РАССТРОЙСТВА 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, проблемы в социальной коммуникации испытывают дети и подростки, но иногда и плохо адаптированные взрослые с РАС. Им трудно поддерживать зрительный контакт, он может вызывать неприятные ощущения.

В рамках проекта предлагается создание программно-аппаратного комплекса, позволяющего проводить «мягкую» терапию на основе виртуальных образов в сопровождении родственников или врачей, тренируя с помощью цифровых технологий способность к разделению интересов, эмоций, а также способности начинать или реагировать на социальные взаимодействия.

Таким образом, научно-технический продукт предназначен для социализации людей с РАС с применением интерактивных методов терапии фобий, связанных с социальной коммуникацией и выражением эмоций.

Новизна проекта заключается в разработке средства для терапии РАС на основе инновационного способа обработки изображения, заключающегося в комплексировании информации от нескольких подсистем источников данных. Предложенный подход основывается на современных методах глубокого машинного обучения, использующих нейросетевые модели в сочетании с оригинальными алгоритмами анализа и обработки данных для повышения эффективности, скорости обработки, точности обнаружения и уменьшения скорости обучения для принятия решения.

Предложена трехуровневая процедура взаимодействия с пользователем. На первом уровне осуществляется обнаружение и распознавание целевого объекта в видеопотоке. На втором уровне выполняется анализ данных о движениях целевого объекта. На третьем уровне осуществляется визуализация информации в виде интерактивных виртуальных образов, копирующих эмоции и мимику пользователя с расстройством аутистического спектра.

Архитектура программно-аппаратного комплекса включает:

- Модуль ввода данных – принимает видеоизображение для обработки, а также управляющие команды пользователя.
- Модуль обработки данных – осуществляет анализ и обработку входных данных для их последующей визуализации.



- Модуль вывода данных – формирует визуальные эффекты и виртуальные образы для пользователя.

Инновационные разработки дают шанс детям с РАС социализироваться и жить полноценной жизнью, однако, предлагаемый продукт предназначен не только для детей, но и для взрослых людей с РАС, а также подразумевает терапию фобий с помощью полного погружения пользователя в ситуацию, созданную в виртуальном мире, который дополнительно адаптируется под пользователя, не только распознавая его эмоции, но и дублируя его эмоции с использованием передовых методов машинного обучения.

---

1. **Баландина, О.В.** Расстройства аутистического спектра: современное состояние проблемы О.В. Баландина, Е.Д. Божкова, А.А. Коновалов // Современные технологии в медицине. - 2020. - № 12(2). - С. 111–120.

УДК 621.74

СМИРНОВА К.С.

## **УМЕНЬШЕНИЕ МАССЫ ДЕТАЛЕЙ КРУПНОГО ВАГОННОГО ЛИТЬЯ НА ООО «ВКМ-СТАЛЬ»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Железнодорожный транспорт в России самый распространенный для перевозки грузов и, конечно, напрямую зависит от металлургической отрасли. Тележка вагона – а именно рама боковая и балка надрессорная - наиболее ответственные части, от которых зависит срок службы вагона. Проводя анализ рынка, было выявлено несколько поставщиков данных деталей, поэтому важно обеспечить конкурентоспособность литья. По данным Росстата, в период за май 2021 г. цены в обрабатывающих производствах в металлургии в России повысились на 19–32,7%. Из-за роста цен на металлы дорожает металлургическая продукция. Важной характеристикой металлургического производства является себестоимость выпускаемых деталей, которая зависит от количества расплава.

Таким образом, перед предприятием ООО «ВКМ – Сталь» стоит задача производства деталей рамы боковой и балки надрессорной с меньшей металлоемкостью при сохранении прочностных характеристик.

Для достижения поставленной цели есть несколько путей. Современные технологии позволяют оптимизировать детали без потери конструкционных свойств. Оптимизация и применение мер по сокращению затрат на производство помогают увеличить прибыль предприятия, которая может быть направлена на развитие или обновление материальной базы завода, устранение экологических проблем. Научные труды Бендсе, Ван, Лазарова и Зигмунда позволяют понять процессы топологической оптимизации.

Научно-исследовательская работа даёт возможность выдвинуть гипотезу о том, что применение топологической оптимизации позволит уменьшить вес и увеличить грузоподъемность без изменения прочностных характеристик изделия.

Данная работа будет проходить в несколько этапов. Первым этапом является анализ технологий и оборудования, программного обеспечения и возможностей производства. Вторым этапом является разработка возможных вариантов снижения веса деталей с сохранением прочностных характеристик. Третий этап – оценка экономической эффективности внедряемых мероприятий. Финальным этапом будет внедрение разработанных решений на производство, их модернизация и усовершенствование с учётом потребностей завода.

Эффективность проведенных мероприятий будет зависеть от того, как сильно удастся снизить вес деталей. При существенной экономии металла предприятие сможет значительно

улучшить свое экономическое положение, укрепить позицию на отечественном и мировом рынках как производителя качественных комплектующих для тележек вагона.

Новизна исследования затрагивает не только масштабы одного предприятия, но также может использоваться и по всей России, так как проблемы с расточительным распределением ресурсов имеют характер тенденции в нашей стране.

### **Библиографический список**

1. **Bendsoe, M.P.** "Optimal shape design as a material distribution problem," Structural Optimization. - v. 1. - P. 193–202, 1989
2. **Wang, F** "On projection methods, convergence and robust formulations in topology optimization," Structural and Multidisciplinary Optimization, vol. 43, pp. 767–784, 2011.

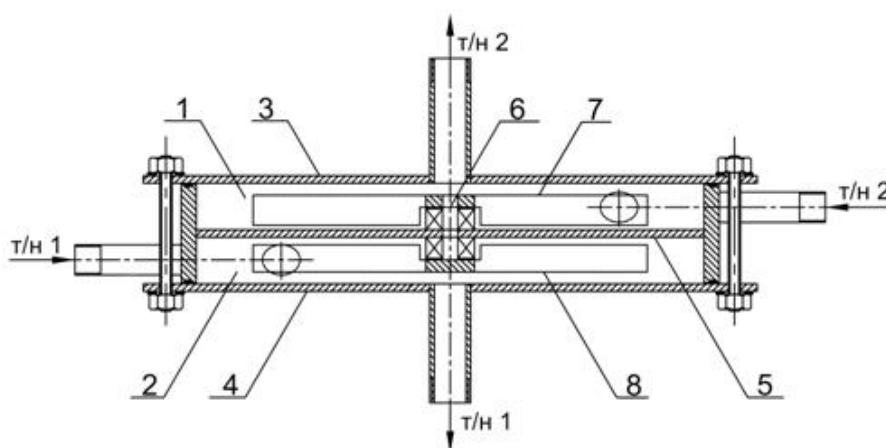
УДК 66.045.129.9

СОКОЛОВ А.Е.

## **РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА ДЛЯ МАЛОГО БИЗНЕСА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева  
Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева

На кафедре ТОТС ДПИ НГТУ им. Р.Е. Алексева была разработана новая конструкция теплообменного аппарата с вращением потоков теплоносителей [1]. Это - роторно-вихревой аппарат (ВРА). В отличие от наиболее распространенных рекуперативных теплообменников, таких как кожухотрубчатые или «труба в трубе», ВРА обеспечивает возможность повышения коэффициента теплопередачи  $K$  без увеличения расхода теплоносителя или числа ходов путем использования вращающегося ротора. Аппарат разработан на основе существующего вихревого теплообменного аппарата [2]. Корпус аппарата имеет две вихревые камеры 1, 2, разделенные диском 5, который служит поверхностью теплообмена. Корпус герметизирован крышками 3, 4. Ротор состоит из вала 6 с двумя крыльчатками 7, 8.



**Рис. 1. Роторно-вихревой теплообменник: 1,2 – вихревые камеры; 3,4 – верхняя и нижняя крышки; 5 – теплообменный диск; 6 – вал; 7,8 – крыльчатки**

При работе горячий теплоноситель (т/н 1) подают в тангенциальный патрубок. Он совершает движение по окружности и от периферии к центру, взаимодействует с лопатками

крыльчатки 8, приводя ее в движение. Вращение с помощью вала 6 передается на вторую крыльчатку 7. Таким образом, холодному теплоносителю (т/н 2) передается дополнительная турбулизация, даже если расход т/н 2 мал. В ходе успешных испытаний модели ВРА коэффициент  $K$  достигал  $1700 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , а частота вращения ротора  $n$  до 150 об./мин.

Достоинствами ВРА являются: высокая эффективность работы, простота конструкции, небольшая масса, технологичность изготовления, лёгкость очистки поверхностей теплообмена. Экономический эффект будет обусловлен экономией средств на изготовление и использование ВРА. Основными потребителями станут малые химические и пищевые предприятия. На реализацию проекта необходим 1 год. Результатом разработки станет выход проекта на рынок. Продукция будет продвигаться в Нижегородской области. Планируется производство небольших партий ВРА.

Для реализации проекта требуется финансирование, которое необходимо для разработки технологии изготовления и проектно-конструкторской документации, покупки оборудования и продвижения продукта. Информирование потенциальных потребителей будет осуществляться за счет рекламы в Интернете и участия в конкурсах и выставках.

### ***Библиографический список***

1. Пат. РФ 2766504, МПК F28D 20/00 Вихревой теплообменный аппарат / Косырев В.М., Соколов А.Е., Сидягин А.А.- Оpubл. 15.03.2022, Бюл. № 8.
2. Пат. РФ 2711569, МПК F28D 9/00 Вихревой теплообменный аппарат / Косырев В.М., Диков В.А., Суханов Д.Е. и др.- Оpubл. 17.01.2020, Бюл. № 2.

УДК 659.1

УСКОВ А.В., МУРАШОВА Н.А.

## **ТЕЛЕВИДЕНИЕ, КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА РЕЙТИНГ МЕДИААКТИВНОСТИ УНИВЕРСИТЕТА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Методы медиаактивности включают публикацию новостей на веб-сайтах, создание видео- и аудиорасследований, распространение информации о протестах или организацию кампаний, связанных с политикой СМИ и коммуникаций [3].

В августе 2021 г. Минобрнауки впервые представило результаты рейтинга медийной активности 219 подведомственных вузов. В последующие периоды данный рейтинг стал ежемесячным. Данный рейтинг содержит три критерия, имеющих различный удельный вес при подсчете итогового результата [3]:

- эффективность работы вуза со СМИ (Index Mass Media);
- эффективность работы вуза с социальными сетями (Index Social);
- эффективность работы вуза с официальным сайтом (Index Site).

Index Mass Media учитывает количество публикаций о вузе и его сотрудниках в региональных, федеральных и интернет-СМИ, аудиторию этих источников, количество вышедших сюжетов. Index Social оценивает работу вуза в 8 социальных сетях: ВКонтакте, Instagram, Telegram, Facebook, YouTube, TikTok, «Одноклассники», Twitter, а также привлеченный через них трафик на сайт вуза [3]. Index Site оценивает охват аудитории, которая использует сайт вуза для поиска нужной информации, количество отказов и среднее время, проводимое пользователем на сайте [3]. Первая десятка наиболее активных университетов, представлена на рис. 1.

Рейтинг медиаактивности университетов позволяет оценить способность к саморекламе, а также формированию повышенного спроса на услуги образования, предоставляемые в стенах тех или иных вузов.

Телевидение занимает существенную долю медиапространства. Высшие учебные заведения активно рекламируют образовательные услуги в социальных сетях, на просторах сети Интернет, а также в традиционных источниках СМИ. Это связано с тем, что старшее поколение – приверженцы привычных СМИ (телевидение, радио, газеты и журналы).

Анализ рис. 1 демонстрирует, что количество телерепортажей оказывает крайне низкое влияние на общий рейтинг медиаактивности вузов M-RATE в период с 01.07.2022 по 15.04.2020 гг. Следовательно, доля телевизионной медийной активности вузов в итоговом рейтинге M-RATE достаточно мала. Так как вуз, у которого зафиксировано менее 10 упоминаний в телерепортажах, может занять первые места медиа рейтинга M-RATE (Уральский федеральный университет (УрФУ) и РЭУ им. Г.В.Плеханова). Таким образом, вузам, чтобы находиться в первой десятке рейтинга медиа активности M-RATE необходимо усилить свое медиа присутствие в глобальной сети Интернет, а также в социальных сетях. Это позволит привлечь значительное число абитуриентов, при этом следует отметить, что категория «родители» в большей части отдаёт предпочтение телевидению.

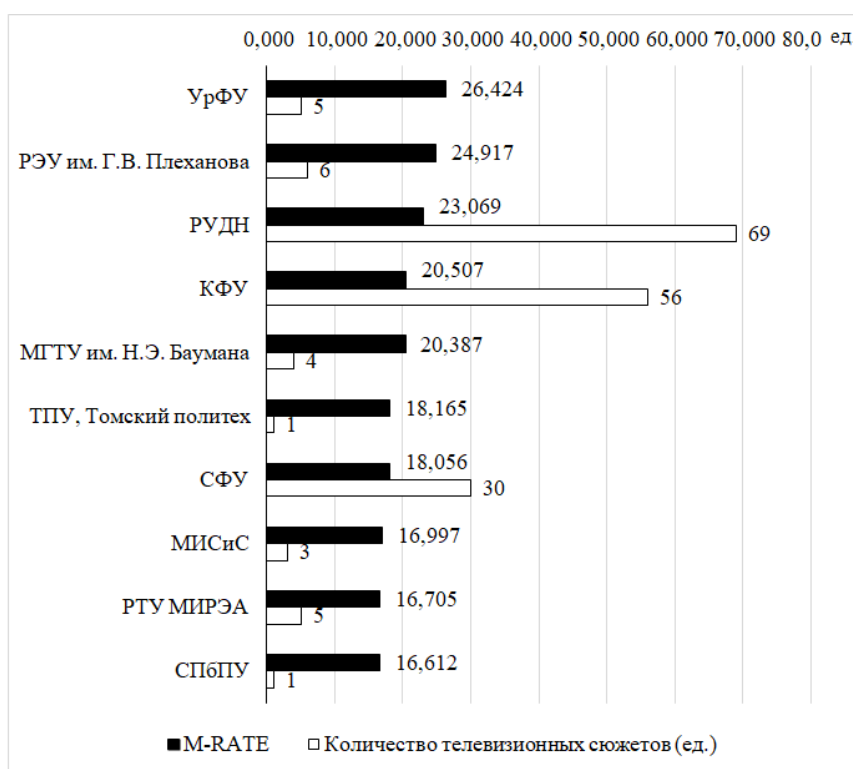


Рис. 1. Зависимость медиаактивности вузов от количества телерепортажей

### Библиографический список

1. Викидеа: Медиаактивизм [Электронный ресурс]. – URL: [https://wikidea.ru/wiki/Media\\_activism](https://wikidea.ru/wiki/Media_activism)
2. МинобрнаукиРФ. Новости. Приоритет 2030 [Электронный ресурс]. – URL: [https://priority2030.ru/news/minobrnauki-rossii-predstavilo%20\(%D1%8F%D0%BD%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%8C%202022%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0\)](https://priority2030.ru/news/minobrnauki-rossii-predstavilo%20(%D1%8F%D0%BD%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%8C%202022%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0))
3. ВГТРК/ Регионы [Электронный ресурс]. – URL: <https://vgtrk.ru/regions>

## РАЗРАБОТКА СЕМЕЙСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ БЛОКОВ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В ходе работы по созданию электронной платформы спортивного автомобиля класса Formula Student был разработан и применен ряд электронных блоков управления узлами транспортного средства: электронный блок управления роботизированной трансмиссией, электронный блок управления приборной панелью и электронный блок управления двигателем внутреннего сгорания.

В задачи блока управления роботизированной трансмиссией входит: анализ данных, передаваемых по шине CAN, считывание угловой скорости вторичного вала КПП, прием данных от входного каскада управляющих элементов на приборной панели, управление мехатронной системой, состоящей из двух электродвигателей постоянного тока и двух датчиков положений, логирование данных о параметрах работы системы на SD-карту.

Задачи электронного блока управления приборной панелью: сбор данных о системах спортивного автомобиля класса Formula Student по шине CAN, вывод информации на графический жидкокристаллический дисплей.

Электронный блок управления двигателем внутреннего сгорания обеспечивает выполнение задач: управление топливными форсунками, сбор информации с датчиков ЭСУ, логирование данных о параметрах работы системы на SD-карту. В то время, как блок управления роботизированной трансмиссией и блок управления приборной панелью были разработаны с нуля, основа блока управления двигателем была позаимствована и адаптирована под нужды проекта как программно, так и аппаратно.

С развитием проекта и роста компетенций команды к блоку управления роботизированной трансмиссией были предъявлены новые требования по отказоустойчивости, влагозащиты и импортонезависимости. Так, в кратчайшие сроки был разработан блок управления роботизированной трансмиссией второй версии, отвечающий всем требованиям. Параллельно другие блоки управления, изначально применявшиеся только на спортивном автомобиле класса Formula Student, были адаптированы под применение на других транспортных средствах иного класса.

В результате из проделанной работы возникло семейство модульных электронных блоков управления узлами транспортных средств. Разработка велась исходя из принципов высокой импортонезависимости и универсальности по интеграции в другие типы ТС. Изображение блока управления роботизированной трансмиссией второй версии представлено на рис. 1, изображение блока управления приборной панелью на рис. 2.



Рис. 1. Блок управления роботизированной трансмиссией

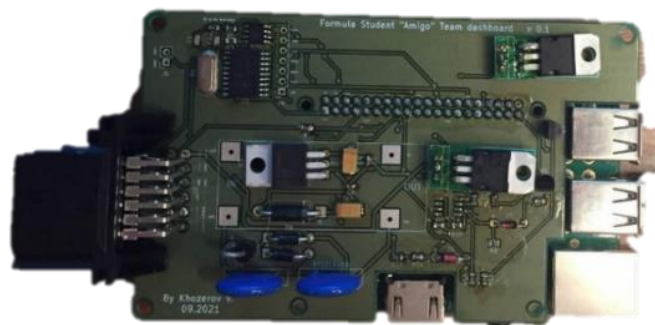


Рис. 2. Блок управления приборной панелью

**РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА БЕЗОПАСНОГО СКОРОСТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ЛИФТА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

На сегодняшний день частотно - регулируемый электропривод переменного тока – это основной тип регулируемого привода в лифтах [1]. Особенностью приводов лифтов является работа с постоянно меняющейся нагрузкой. Это обстоятельство обеспечивает работу привода как в двигательных режимах, так и в генераторных режимах рекуперативного торможения. Последний режим имеет место быть при подъеме пустой кабины либо при её спуске с большой нагрузкой. Актуальной темой исследования является повышение экономии энергетических ресурсов, которые снабжают электрический привод лифтовой установки. В настоящее время это особенно важно, поскольку, согласно [2], в странах с развитой экономикой этот вид приводов потребляет почти  $\frac{2}{3}$  от общего расхода электрической энергии в жилищно-коммунальной и торговой сферах.

В предлагаемом проекте проведён анализ основных узлов электропривода подъёмника, который используется в лифтовом хозяйстве России. Определены составные части привода, требующие модернизации. Последняя является важным аспектом повышения безопасности лифтов, поскольку общий износ лифтового парка многоквартирных домов оценивается на уровне в 23 %, причём из 540 000 лифтов 124 000 единиц подлежат замене до 15 февраля 2025 г. [3].

В качестве базовой предложена система электропривода по схеме «Асинхронный электродвигатель - Преобразователь частоты с векторной широтно-импульсной модуляцией», приведены критерии её выбора. Приведены этапы и результаты расчётов от подбора электродвигателя лифта до его проверки на нагрев и перегрузочную способность. По результатам имитационного моделирования указанной системы электропривода сделан вывод о возможности создания плавного ускорения и замедления кабины (не более  $2 \cdot \frac{M}{c_2}$ ), что обеспечивает комфортабельность перемещения пассажиров.

Предложена структура энергосберегающего электропривода пассажирского лифта, отличительной особенностью которого является наличие блока аккумулирования энергии торможения. Разработана система заряда / разряда аккумуляторной батареи на основе двунаправленного широтно-импульсного преобразователя (ШИП). Имитационное моделирование ШИП показало способность системы накапливать энергию при рекуперативном торможении электродвигателя и отдавать её в двигательном режиме.

В результате лифтовая промышленность и строительная отрасль получают такое инновационное изделие, которое позволит комфортно доставить пассажира до заданного этажа при внезапном отключении электроснабжения, что обеспечивает безопасность пассажиров и эксплуатации лифтовой системы.

***Библиографический список***

1. **Коваль, А. С.** Электромеханическая система лифтов со скоростью до 2 м/с / А. С. Коваль, А. В. Шваяков // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2009. – № 4. – с. 113–120.
2. **Branko, B.** Control Methods for Efficiency Optimization of Electrical Drives-Present Trends and Perspectives / B. Branko, L. Dorde, M. Predrag // Proceedings of the 8th Small Systems Simulation Symposium, 2020.

3. Вопросы модернизации и замены лифтов при проведении капитального ремонта в многоквартирных домах : проблемы и пути их решения. [Электронный ресурс]. – URL: [http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/132215/#\\_ftn5](http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/132215/#_ftn5)

# ФИЛОСОФСКО - МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОЗНАНИЯ

---

УДК 001.1

АНДРОПЕНКОВ С.С., МИХАЙЛОВА Т.Л.

### ИСТОРИЯ НИЖЕГОРОДСКОЙ ШКОЛЫ МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ, ЕЕ ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

105-летний Юбилей НГТУ им. Р.Е. Алексеева как крупнейшего образовательного учреждения региона – это знаменательная дата для всех, кто причастен к нему. В преддверии Юбилея как события невольно рефлексируешь относительно тех знаменитых ученых и инженеров, кто творил историю кафедр как системообразующих подразделений университета. «Будучи аспирантом кафедры - Аэрогидродинамики, прочности машин и сопротивления материалов», – считаю необходимым погрузиться в ее историю. Эту кафедру четверть века возглавляла одна из шести первых российских женщин-корабелов страны: ее *«жизнь стала примером беззаветного служения науке о корабле»* [1]. Так говорил о Наталье Викторовне Маттес другой известный ученый – ее последователь-ученик – В.М. Волков. Кстати, Нижегородская школа механики разрушения, ресурса и надежности тонкостенных конструкций и известна под его именем. Обычно история кафедр остается за пределами исследования, хотя учебники кафедр, являющихся основателями целых научных школ, репрезентируют их историю [2]. Хотя цель профильных учебников – иная, но все же удается по разбросанным сноскам реконструировать процесс линейного накопления знаний, осуществленный благодаря деятельности наших предшественников.

В представленной работе рассмотрены основные этапы становления и развития Нижегородской школы механики разрушения, ресурса и надежности тонкостенных конструкций через модель развития науки по Т. Куну [3]:

Первый этап. Зарождение школы в начале 50 годов XX века. Появление школы связано с развитием Нижнего Новгорода как центра речного и скоростного судостроения. Решение актуальных задач того периода, связанных, с одной стороны с переходом на *расчетные методы проектирования судовых конструкций*, а с другой, с появлением новых задач, связанных с проблемами *вибрации речных судов*, – сформировало на кафедре теории и строительной механики корабля ГПИ им. А.А. Жданова коллектив под руководством д.т.н. Натальи Викторовны Маттес [2].

Второй этап – 1960 по 1972 год. Под руководством Н.В. Маттес решается ряд задач по тематике *строительной механики корабля*. Основное направление деятельности – обеспечением *прочности судов с динамическими принципами поддержания*, таких как СПК, СВП, а в дальнейшем и экранопланов. В 1966 г. опубликована уникальная монография: *«Прочность судов на подводных крыльях»* ее авторы – Маттес Н.В., Уткин А.В., Волков В.М., ряд фундаментальных работ по тематике корабля [4, 5] разработаны передовые методики расчета общей вибрации судна;

Третий этап – с 1972 по 1980 гг. В рамках школы возникает и развивается новое научное направление: «Механика разрушения, ресурс и надежность тонкостенных



конструкций» – МРРиНТК, под руководством В.М. Волкова, которое и является основным направлением научной школы по настоящее время.

Четвертый или современный этап с 2010 по настоящее время. Особенность современного этапа развития научной школы – вовлечение новых объектов в спектр решаемых в рамках школы задач. Под руководством С.И. Герасимова. получило развитие направление, связанное с проблемами разрушения при гиперзвуковых скоростях обтекания конструкций. По данному направлению готовится защита докторской диссертации В.А. Кикеевым.

Наш вуз имеет более чем вековую богатую историю. В этот период под руководством Алексева Нижний Новгород закрепляет лидирующие позиции в области скоростного судостроительства, разрабатываются уникальные суда с динамическим принципом поддержания, экранопланы. В развитии данного направления немалую роль сыграли выдающиеся прочнисты, опередившие время. Изучая историю научной школы, мы строим свое будущее, руководясь богатым опытом предыдущего поколения прочнистов. Изучение истории не только открывает нам красочный мир великих открытий, но и позволяет перенять опыт и подходы к решению нестандартных задач, определить фронт дальнейшего развития науки Мы также становимся непосредственными участниками событий, которые отразились на формировании современного сообщества инженеров. История кафедры — это история преподавателей, «территория» примеров для формирования моделей поведения инженера-исследователя, что, собственно, и инициировала автора к написанию данного материала.

### *Библиографический список*

1. **Васильев, А.В.** Теория и прочность ледокольного корабля / А.В. Васильев, В.М. Волков // Межвузовский сборник. Горький. 1980, 71 с.
2. **Обидина, Ю. С.** Философия и методология науки. – Мар. гос. ун-т; Йошкар-Ола, 2017. – 238 с.
3. **Кун, Т.** Структура научных революций; пер. с англ. И.Э. Налетова. – М. Прогресс, 1977. – 300 с.
4. **Давыдов, В.В.** Динамические расчеты прочности судовых конструкций / В.В. Давыдов, Н.В. Маттес // – Л.: Судостроение, 1965, 336 с.
5. **Давыдов, В.В.** Строительная механика корабля / В.В. Давыдов, Н.В. Маттес // – М. Речной транспорт, 1961 г., 379 с.

УДК 001.1

АНИСИМОВА Е.С., МИХАЙЛОВА Т.Л.

## **ЭВОЛЮЦИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ КАК НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИСЦИПЛИНЫ: ПОПЫТКА РЕФЛЕКСИВНОГО ОСМЫСЛЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексева

Информационные технологии как интегрирующее начало всех сфер деятельности – неотъемлемая составляющая техннауки, определяющей конфигурации общества. Современные технологии – квантовые компьютеры или космические программы – невозможно представить без специалистов в области программирования; они предоставляют для науки точный и надежный инструмент для совершения открытий.

По Т. Куну, развитие науки – это революционный процесс, выражающийся в смене господствующих парадигм, т.е. развитие науки идет не по пути наращивания знаний, а через смену представлений о явлениях и сущностях. Теорию Куна обычно применяют для естественных наук, но работает ли она для исследования развития такой научно-технической

дисциплины как программирование? [6] Выяснению этой задачи и посвящены эти тезисы. Для ответа на поставленные вопросы обратимся к модели развития науки Т. Куна [3]. Согласно этой модели в истории программирования выделим следующие периоды:

1. *Допарадигмальный* (205 г. до н.э. – 1843 г.), сопровождающийся конкуренцией научных школ, чьи интерпретации явлений противоречат друг другу. Начало периода ознаменовано разработкой первого калькулятора в Древней Греции, называлось такое устройство абак. Кульминацией служит разработанное первое программируемое вычислительное устройство Чарлза Беббиджа, которое привело к научной революции и, вероятно, появлению первой парадигмы программирования.

2. *Парадигмальный додисциплинарный* (1843 г. – 1950 г.) в данном периоде идет формирование парадигм. В материалах Бэббиджа и комментариях Лавлейс, кстати, впервые применено такое понятие, как программа. Предположительно именно на этом этапе сформировались *императивная парадигма*, реализуемая как последовательность действий (операторов), и *структурная парадигма* программирования, сокращающая время разработки и упрощающая дальнейшую поддержку программ [4].

3. *Парадигмальный дисциплинарный* (1950 г. – настоящее время), по Т. Куну, в данном периоде происходит развитие науки на основе принятых парадигмы. С появлением цифровых программно-управляемых машин, реализующих фон Неймановскую архитектуру, родилась новая область прикладной математики – программирование. Однако в этой дисциплине идет не смена парадигм, а их модификация и дальнейшее развитие. При этом старая парадигма не отбрасывается, а существует вместе с новыми или входят в состав. Программирование становится проблемно-ориентированной дисциплиной, задача которой основывается в первую очередь на социальных ожиданиях, выполняя как определенный социальный заказ [2]. На этом этапе естественный язык дополняется, формализуется, происходит расширение его возможностей, что приводит к формированию новых искусственных языков (Algol, Fortran и др.), позволяющих в предельно сжатой форме выражать определенные понятия. Период является логическим продолжением парадигмального додисциплинарного этапа, когда формируются новые парадигмы объектно-ориентированного, функционального программирования [4]. Следовательно, идет накопление знаний, их усовершенствование.

Проведенный анализ показал, что развитие программирования носит эволюционный характер [1]. Подобно эволюции живых организмов, в программировании можно выделить формирование генотипа, адаптацию к окружающему миру и вымирание. Модель развития науки Т. Куна показала, что в программировании можно наблюдать схему, подобную парадигмам Куна, но их отличие в том, что парадигмы программирования могут сосуществовать вместе, формируя определенный *генотип*, тем самым расширяя инструментарий программиста. Они могут вытесняться частично, как это случилось с *процедурной парадигмой* при принятии объектно-ориентированной парадигмы в рамках написания десктопных приложений, но сохранить свою нишу: функциональная парадигма до сих пор применяется при программировании микроконтроллеров в различной встраиваемой технике. Кроме того, программированию свойственен процесс адаптации, когда для работы со старыми языками в новых машинах применяется явление «надстройки», заключающейся в том, что языки программирования, в рамках новой парадигмы, реализуются посредством языков старых парадигм. Также языки программирования и технологии подвержены процессу вымирания из-за неспособности решать возложенные на них задачи, а также неэффективности.

История развития науки способствует оценке прошлого, анализирует множество причин, помогающих понять происходящие события и явления. Она позволяет выбирать закономерный путь развития науки. Исследует предпосылки создания практик и методик – почему именно так было сделано, какие возможности были для решения задачи, каким путем они расширяли свои области познания – таким образом, возможно предотвратить прошлые

ошибки при конструировании и разработке. Доказанный эволюционный характер программирования позволяет выбрать верный метод изучения контекста науки [6].

### ***Библиографический список***

1. **Кунин, Е.** Логика случая. О природе и происхождении биологической эволюции. / – ЗАО «Издательство Центрполиграф», 2014. – 528 с.
2. **Степанов, Ю. С.** Язык и Метод. К современной философии языка. – М.: «Языки русской культуры», 1998. – 784 с.
3. **Кун, Т.** Структура научных революций. / Т.Кун– М.: Прогресс, 1977. – 300с.
4. Парадигма программирования. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Парадигма\\_программирования](https://ru.wikipedia.org/wiki/Парадигма_программирования)
5. **Горбатовский, В.В** Парадигмы программирования – через призму модели Томаса Куна // Нижегородский политех: историческое наследие и современность в контексте философско-методологической рефлексии (100-летию НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 55-летию выхода книги Т. Куна «Структура научных революций» посвящается) / В.В. Горбатовский, О.С. Рассадин // Материалы секции магистров под руководством Т.Л. Михайловой [«Архивы» scienceforum/ 2018 X Международной студенческой конференции]. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018006407>.
6. **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. Нижний Новгород, 2017. ННГУ им. Н.И. Лобачевского С. 62-65.

УДК 001.1

ДВИТОВСКАЯ А.Н.

### **ТРАКТОВКА ПОНЯТИЯ ВРЕМЕНИ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ – ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ФИЛОСОФСКИХ КАТЕГОРИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

*Временные ряды* как составляющая статистического анализа, применяемого для получения исчерпывающей информации и выявления всех возможных зависимостей из представленных данных в методах прогнозирования будущего значения, инициируют необходимость рефлексивного осмысления понятия времени. На сегодняшний день анализ и прогнозирование временных рядов используется во многих научных исследованиях. Временной ряд представляет собой статистические данные замеров какой-либо величины через определенные, в большинстве случаев равные, промежутки времени в течение некоторого периода. Во временном ряде для каждого отсчёта должно быть указано время измерения или номер измерения по порядку, а так как все значения ряда имеют зависимость от данных значений времени, то время является важной переменной величиной временного ряда. В статистическом анализе время рассматривается в виде дискретных данных, в результате чего возникает искажение изначального представление о понятии времени. Поэтому возникает необходимость рассмотреть подробнее проблему трактовки понятия времени как философской категории. Анализируя понятие времени, философы различных эпох предлагают решение проблем континуума и парадоксов, связанных с ним.

В период античной философии Аристотель вводит понятие непрерывности. Прошлое и будущее, являясь частями времени, не существуют: «первого уже нет, второго еще нет, а

настоящее, в свою очередь, ускользает от нас» [1]. Распознать время можно разграничив движение, воспринимая «один раз один, другой раз другое, а между ними – нечто третье». Аристотель вводит определение времени как некоторой меры движения и при помощи этой меры происходит познание момента «теперь». Само восприятие течения времени совершается в душе, отмечая изменения, но, не наблюдая движения в пространстве. В понятии Аристотеля время бесконечно и в прошлое, и в будущее, при этом момент «теперь» является одновременно и началом будущего, и концом прошлого.

Проблема парадокса времени сформулирована И. Пригожиным и И. Стенгерс: как могла возникнуть стрела времени на более высоких уровнях природы, если она отсутствовала на таком фундаментальном уровне как физика? В областях естественных наук, также, как и в некоторых гуманитарных науках, прошлое отделяется от будущего. Это представлено в асимметрии между ходом событий в прошлом и будущем, поэтому стрела времени здесь существует. Фундаментальный уровень познания отличается тем, что здесь реализуется симметрия между прямым и обратным ходом событий. Стрелы времени здесь нет, и прошлое не отличается от будущего. Возникший вопрос решается созданием физики неравновесных процессов. И. Пригожин ввел понятие диссипативных структур, то есть систем, находящихся в неустойчивом необратимом состоянии [5]. Описывая хаотичные системы, ученые приходят к выводу, что именно хаос приводит к включению стрелы времени в фундаментальное динамичное описание. Хаосом порождается необратимость, которая становится причиной таких новых явлений, как, например, образование вихрей. Авторы сделали вывод о том, что парадокс времени ими разрешен.

Таким образом, рассмотренные трактовки понятия времени через категории, сформулированные в древнегреческой философии, подхваченные современной философией науки XX века, – позволяют дополнить понятие времени, определяя его не только как дискретные данные, но и как непрерывное движение, в дальнейшем охарактеризованное направлением в будущее и необратимостью. Такое расширенное понятие времени позволяет приобрести более глубокое понимание теоретико-методологических основ совершенствования прикладных знаний в области исследования такого предмета статистического анализа, как временной ряд, ибо любая методика или прикладная задача требуют оттачивания фундаментальных понятий, что и было предпринято в данном материале.

### ***Библиографический список***

1. **Аристотель.** Физика // Философы Греции. Основы основ: логика, физика, этика. – Харьков: ЭКСМО, 1999. – 1056 с.
2. **Аристотель.** Физика / Аристотель: // – М.: Мысль, 1981. – Т.3. – 218 с.
3. **Большаков, А.А.** Методы обработки многомерных данных и временных рядов / А.А. Большаков, Р.Н. Каримов // – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. 522 с.
4. **Гайдено, П.П.** Время. Длительность. Вечность. Проблема времени в европейской философии и науке. – М.: Прогресс-Традиция, 2006. – 464 с.
5. **Пригожин, И** Время, хаос, квант. К решению парадокса времени / И. Пригожин, И. Стингерс // «ПРОГРЕСС», 1994. – 240 с.

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА В КОНТЕКСТЕ СОЦИАЛЬНОГО ДОВЕРИЯ И ТЕХНООПТИМИЗМА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Доверие как социально-философский феномен имеет значительный объяснительный потенциал, когда речь заходит о современных институциональных процессах. Отсутствие доверия на институциональном уровне оказывает существенное негативное влияние на развитие кооперации и сотрудничества, снижает прогнозируемость поведения различных акторов и, как следствие, ведет к осложнению расширения сфер применения технических достижений.

Напротив, наличие доверия существенно облегчает и удешевляет различные виды взаимодействия, повышает готовность действующих субъектов к созданию новых связей, построению формальных институций и делегированию полномочий им.

Вместе с тем, доверие представляет собой неотъемлемую составляющую социального капитала [1]. Являясь компонентом социальной памяти, доверие обладает способностью воспроизводиться в новых ситуациях и отношениях [2, с. 325] и становится необходимым условием снижения транзакционных издержек [3, с. 95]. Более того, как указывает М. Кастельс, роль доверия существенно возрастает в периоды общественных трансформаций, когда актуализируется потребность в согласованном взаимодействии и(или) противодействии [4, с. 35, 525] при производстве социальной синергии для решения новых задач. Доверие способно обеспечить такие механизмы кооперации и коммуникации, которые неизбежно требуются для преодоления новых рисков, детерминированных культурным разнообразием, социальной дифференцированностью, сложностью и неопределенностью [5].

Текущая действительность такова, что скорость развития техники и технологий, их появление в жизни человека происходит чрезвычайно быстро и опережает развитие других сфер. Техника как «вторая природа», с одной стороны, призвана повышать бытовой комфорт, с другой она продуцирует разрыв человека с естественным миром и заполняет его [6], сокращая расстояния до других людей и привычных, традиционных институтов. Такие понятия как «предсказуемость» и «определенность» утратили актуальность, их заменили противоположности: «неопределенность» и «случайность». Все это порождает многообразие социальных рисков нового типа, которые вызваны рассинхронизацией темпоритмов развития техники и различных сфер общественной жизни. Причиной таких рисков представляется отставание культуры, политики, экономики и т.д., а не опережающие темпы технического прогресса. В этих условиях технооптимизм как готовность доверять результатам технического прогресса и положительно окрашенное эмоциональное отношение к внедрению новых технических средств в повседневную, и не только, практику может иметь существенный потенциал в качестве источника снижения социальной напряженности. Для этого требуется поддерживать в том числе и широкую методологическую культуру, получившую значительное развитие вследствие повышения всеобщего уровня образования и усилий, направляемых на популяризацию науки.

### *Библиографический список*

1. **Бурдьё, П.** «Формы капитала» // Экономическая социология; пер. с французского т. 6. №3. 2005. С. 60 — 74.
2. **Штомпка, П.** Социология. Анализ современного общества. / П. Штомпка; пер. с польского С.М. Червонной- Москва: Логос, 2005. – 664 с.

3. **Коулман, Дж.** Экономическая социология с точки зрения теории рационального выбора. Москва: РоссПэн, 2004. – 268 с.
4. **Кастельс, М.** Власть коммуникации : учеб. пособие пер. с англ. / М. Кастельс ; Н. М. Тылевич ; пер. с англ. предисл. к изд. 2013 г. А. А. Архиповой ; под науч. ред. А. И. Черных ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — 3-е изд. — Москва: Изд. дом Высшей школы экономики, 2020. — 591 с.
5. **Матюх, Е.Т.** «Неопределенность» общества как причина возникновения социальных рисков современности // Вестник Ставропольского гос. ун-та. 2011. №1. С. 180–186.
6. **Павленко, А.Н.** Возможность техники: взгляд из Лавры и голос из Марбурга // Историко-философский ежегодник-2002, С. 386–408.

УДК 001.1

ЖОЛОБОВ Д.М., МИХАЙЛОВА Т.Л.

## **МОДЕЛЬ Т. КУНА КАК ИНСТРУМЕНТ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭВОЛЮЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность темы обусловлена недостаточностью источников по истории (искусственный интеллект) на русском языке, в которых раскрывался бы процесс эволюции данной дисциплины. Методология научного познания тесно связана с моделью развития наук Т. Куна [1], поэтому данную модель можно попробовать применить в качестве инструмента исследования истории ИИ [2]. Данная проблема уже ставилась на конференции «Парадигмы искусственного интеллекта», но её участники вольно обозначили введение парадигм, к тому же конференция была в 1998 г., и область ИИ за это время видоизменялась. Задача тезисов – апробация модели Т. Куна к исследованию истории ИИ, основываясь на точных исторических событиях и терминах [3].

Искусственный интеллект – это комплекс различных научных направлений. Отсюда вытекает идея, что для формирования искусственного интеллекта должны были произойти смены парадигм в науках, части которого совмещает в себе исследуемая область. Историки отмечают, как минимум, две предпосылки появления ИИ интеллекта: философскую и технологическую. Первая предпосылка связана с Р. Декартом и таким методом познания, как механистическим материализмом, который зародился благодаря его «Рассуждению о методе» [4]. Вторая – отсылает к первым вычислительным машинам (В. Шикард, Б. Паскаль, Г. Лейбниц, С. Корсаков, А. Лавлейс) [5], и к смене парадигмы в математике, произошедшей с 1910 по 1913 в связи с выходом монографии «Принципы математики» Альфреда Норта Уайтхеда и Бертрана Рассела. Но это были лишь предпосылки, а основами становления ИИ стали следующие смены парадигм в науках:

- открытия в области нейрологии, доказавшие, что мозг может быть представлен как электрическая сеть с нейронами (1930-е);
- публикация книги Норберта Винера “Кибернетика: или Контроль и коммуникация у животных и машин”, в ней описывается управление и контроль электрическими сетями (1948 г.)
- публикация К. Шенноном работы «Математическая теория связи». Теория информации устанавливает границы возможностей систем передачи информации, задавая исходные принципы их разработки и практического воплощения (1948);
- теория алгоритмов Алана Тьюринга, доказавшая, что любые вычисления могут быть представлены в виде цифровых сигналов (1930).

Эти четыре смены парадигмы, произошедшие практически в один период времени и мало связанные друг с другом, в итоге подвели исследователей к идее возможности создания

электронного мозга. Теория У. Питтса и У. Маккалокема о том, что нейроны способны совершать простые логические операции и сменившиеся парадигмы в области математики, нейрологии и информатики привели студента Марвина Мински к созданию первой сети искусственных нейронов SNARC, эта сеть представляла собой машину с 40 устройствами, выполняющими роль нейронов [6]. Год рождения ИИ – 1956. Именно в этом году произошла знаменитая конференция в Дартмуте, где впервые было придумано название «ИИ» и были разработаны основные принципы и направления этой науки. Главное – была определена первая парадигма ИИ – «рассуждение как поиск». Программы ИИ тех лет были направлены на доказательство теоремы или на выигрыш в игре. Инженеры, занимавшиеся разработкой ИИ, оперировали терминами «правила» и «логика». К началу 70-х гг. область ИИ оказалась в кризисе: новых идей не поступало, задачи стали однообразными, перспектив не было, а финансирование прекращалось. В итоге с 1974 года началась «первая заморозка искусственного интеллекта».

В 1980 году данная область вновь взлетела в популярности, и связано это было с возникновением новой парадигмы – экспертных систем. Симуляции машиной принятия решения экспертом в какой-то конкретной области. В области ИИ стали пользоваться новым термином – «знания». Несмотря на этот успех, в 1987 году начался очередной кризис. Во-1-х), это было связано с появлением новых компьютеров, ставших дешевле машин, оперирующих ИИ. Во-2-х), экспертные системы оказались дорогими для обслуживания, их практически невозможно было обновить, а ведь экспертные знания в каких-то областях выросли за 7 лет. Но вычислительные мощности, по закону Мура, возрастали, что привело исследователей и разработчиков ИИ к новым концепциям.

В итоге, в 1993 была принята новая парадигма ИИ – «интеллектуальный агент». Программа воспринимала окружающую среду, брала на себя автономность для выполнения задачи, самостоятельно обучаясь, получая дополнительные знания. Автономность и самообучаемость – привычная терминология этой парадигмы. Хотя в дальнейшем область ИИ не попадала в «заморозку», потребность в новой парадигме возрастала с каждым годом.

С 2011 г. область ИИ оперирует новой парадигмой – «большие данные» или «глубокое обучение». Доступ к огромному числу данных открыл ИИ новые просторы, что коснулось аналитики и работы с финансами. Эта парадигма не вытеснила предыдущую, являясь её расширением. На данный момент ИИ не испытывает кризиса идей, но специалисты говорят, что в будущем придётся пересматривать устоявшиеся концепции [7].

Проекция модели Т. Куна на историю ИИ позволила очертить картину эволюции данной области. Наблюдаются как прорывы, так и кризисы, а соответственно и дальнейшие необходимые смены парадигм, переходы к новой терминологии и технологиям. Это позволяет выработать научный подход к изучению дисциплины, возможно, точнее предсказать его потенциальное будущее.

### *Библиографический список*

1. **Кун, Т.** Структура научных революций; [пер. с англ. И.З. Налетова] – М.: Прогресс, 1977. – 300 с.
2. **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 Нижний Новгород ННГУ. им. Н.И. Лобачевского., 2017. С. 62-65
3. **Кузнецов, О. П.** Парадигмы искусственного интеллекта. / О.П. Кузнецов, В.Б. Тарасов. - Новости ИИ. – 1998. – 20 с.
4. **Декарт, Р.** Рассуждения о методе; пер. с фр. Г.Г. Слюсарева, С.Я. Шейнман-Топштейн. – М.: Издательство АСТ, 2019. – 320 с.
5. **W. S. Anglin and J. Lambek,** The Heritage of Thales, Springer, 1995. – С. 387.

6. **Crevier, D.** AI: The Tumultuous Search for Artificial Intelligence. New York, NY: BasicBooks, 1993. – 107 с.
7. **Anderson, J., Rainie, L.** Artificial Intelligence and the Future of Humans. Washington, DC: Pew Research Center, 2018. – 6 с.

УДК 001.1

ЛЬВУТИНА Т.В.

## **ЗНАЧЕНИЕ ПОНЯТИЯ КАТЕГОРИЗАЦИИ В ЗАДАЧЕ ТЕМАТИЧЕСКОГО ПОИСКА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Информация становится самым ценным ресурсом в современном обществе. Её рост актуализирует появление методов, производящих обработку текстовой информации, хранящийся в цифровом виде. Один из таких актуальных методов, является предметом нашего анализа – поиск необходимой информации. Проблема поиска нужной литературы напрямую связана с проблемой категоризации объектов и выделения их центральных членов. В машинном обучении существует множество методов, позволяющих выполнить разбиение по тематическим кластерам и выделить наиболее характерные для данного класса объекты. Такие методы позволяют наиболее точно произвести поиск нужной литературы, минимизируют время поиска

Идея этих методов кажется интуитивно понятной в силу того, что человеку свойственно производить категоризацию всех слов и объектов, с которыми ему приходится оперировать. Для понимания категоризации следует обратиться к когнитивной лингвистике [2], возникшей в начале 80-х годов. Одним из основателей когнитивной лингвистики является Дж. Лакофф. Ученые по когнитивной лингвистике считают, что речь человека, то, какие слова он использует и как их связывает, не может быть отделена от других познавательных процессов, таких как память, внимание, мышление.

В качестве яркого примера по когнитивной лингвистике можно привести книгу Дж. Лакоффа «Женщины, огонь и опасные вещи». В ней предлагается новый взгляд на категоризацию. Теперь категоризация рассматривается как одна из базовых когнитивных операций, свойственных человеку. Предполагается, что сходство между членами категории распознается скорее с помощью чувственного восприятия, нежели определяется логически. Например, не все чашки имеют ручки и не все они используются для питья. Так, сосуды без ручек подаются в китайских ресторанах, а на спортивных соревнованиях вручаются чаши (кубки) за спортивные достижения [1]. Таким образом, смысл большинства повседневных понятий черпается не из их определяющих свойств, а из тех характеристик, которые свойственны их наиболее типичному члену. В связи с этим можно сделать вывод, что в каждой категории существуют объекты, которые наиболее точно отражают смысловое содержание данного кластера. До появления когнитивной лингвистики, в классической теории этого было сделать нельзя, так как считалось, что все члены категории определяются одинаковым набором признаков, следовательно, не существует наиболее центральных членов, чем другие. Таким образом, когнитивная лингвистика, изменив понятие категоризации, показывает, что существуют центральные и нецентральные члены данной категории. Задача тематического поиска состоит как раз в нахождении таких наиболее ярких представителей тематического класса (в качестве объектов рассмотрения могут выступать слова или документы).

Рефлексивному осмыслению проблем тематического поиска способствует и знакомство универсальной методологией, помогающей расширить теоретико-методологический инструментарий, дополнив его междисциплинарной методологией.



Таким образом, можно сделать вывод, что когнитивная лингвистика позволила по-новому взглянуть на понятие категоризации. Благодаря пониманию того, что в тематическом кластере существуют центральные члены, могла возникнуть идея тематического поиска, производящего поиск наиболее характерных документов рассматриваемого класса.

### *Библиографический список*

1. **Лакофф, Дж.** Женщины, огонь и опасные вещи: что категории языка говорят нам о мышлении / [Пер. с англ.] И. Б. Шатуновского. – М.: Языки славянской культуры, 2004. – 792 с.
2. **Попова, З.Д.** Когнитивная лингвистика / З.Д. Попова, И.А. Стернин // – М.: АСТ: Восток-Запад, 2007. –314 с.

УДК 001.1

МАРКОВА Т.В., ДУБРОВЧЕНКО В.Н.

### **НОВАТОР СОВЕТСКОГО КОРАБЛЕСТРОЕНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

21 сентября 2021 на выставке «Нева 2021» было представлено исследование рынка водного транспорта России. Обозначилась основная проблема – старение флота и инфраструктуры. Более половины судов эксплуатируются сверх сроков. В течение последних 20 лет речной флот сократился на четверть, ежегодно списывается около 1000 судов. Минимальная потребность в выпуске новых судов составляет не менее 40 в год на ближайшие годы и в три раза больше в перспективе (2027-2030 гг). Очень высока потребность в обновлении флота для развития Северного морского пути, для нефтегазовых проектов Арктики. Отечественное судостроение необходимо также для конкурентоспособности морских транспортных судов по ограничению выбросов парникового газа [ИМО]. Основной проблемой названа нехватка финансовых ресурсов. Таким образом, противоречие ситуации заключается в том, что, с одной стороны, необходимость наращивания темпов строительства судов в соответствии с современными требованиями и потребностями судоходства, с другой – отсутствие достаточного финансирования. В настоящий момент можно констатировать тот факт, что ситуация с судостроением в России не является передовой, суда имеют большой процент износа, флот пополняется не в должном количестве. Масштабность судостроения - это один из показателей обороноспособности страны.[1,2] Решение проблемы заключается в снижении расходов на создание судов и увеличении потенциального срока службы. Мы обратились к опыту нашего земляка – Керичева Вячеслава Михайловича. Инженер – кораблестроитель добился серьезных результатов в своей деятельности, его опыт бесценен и достоин изучения. Имя этого человека навсегда вписано в историю судостроения. С 1920 года был студентом механического факультета Нижегородского университета, стал первым выпускником ВУЗа по кораблестроительной специальности в 1925 г.[3]

Вячеслав Михайлович Керичев (1902—1961) — советский инженер-кораблестроитель, главный конструктор завода «Красное Сормово» с 1947 по 1961 годы, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой кораблестроения Горьковского Политехнического института. Внес значительный вклад в развитие прогрессивных технологий судостроения и создание новых типов судов. В 1949 году удостоен Сталинской премии.[4] Он направлял творческую мысль работников конструкторского бюро на создание технически совершенных буксиров, сухогрузных судов, бензоналивных барж и землесосов. Под руководством В.М. Керичева проводилась унификация деталей, узлов и механизмов. Смело отбросив

устаревшие традиции, инженер разрабатывал и выпускал рабочие чертежи параллельно с выполнением проектов, благодаря чему намного сократились сроки проектных работ. Плодотворную работу на производстве В.М. Керичев успешно сочетал с научно-педагогической деятельностью. Его работы об опыте постройки сварных судовых корпусов послужили основой для массового внедрения сварки в советском судостроении. Особое значение имели его труды по теоретическому обоснованию метода проводки судов в подвешенном состоянии, блестяще проведенные в нашей стране. Сормовский завод первым в Советском Союзе начал изготавливать суда с целиком сварными корпусами. Экономия металла составляла 20 %. В 1935 г. заводскими конструкторами под руководством В.М. Керичева решают сложнейшую задачу: создают флотилию для канала Москва – Волга. Уже в апреле 1937 году четыре товаропассажирских теплохода и шесть пассажирских катеров были спущены на воду. Проектирование и постройка теплоходов и катеров явились крупным достижением технической мысли сормовских судостроителей. Это был новый, более высокий этап в развитии советского речного судостроения. Как известно, морские суда строились (как и ныне) по правилам Регистра, но в то время для таких громадных судов, как сормовские танкеры, подготовленных правил еще не было. Поэтому при создании многих чертежей по корпусу необходимо было производить сложные расчеты для выбора сечения профилей металла и самостоятельно устанавливать их размеры. Когда в 1934 г. возникла трудность транспортировки танкеров по Волге из-за мелководья, В.М. Керичев разработал способ проводки данных судов в подвешенном состоянии между баржами. Постройка и успешная сдача двух первых шхун-нефтевозов явилась крупной технической победой сормовских судостроителей. Всего завод выпустил 12 таких шхун. Имея мощность 2560 л. с., они ходили со скоростью 11 узлов. По тому времени это было достижением в нефтеналивном судостроении, и наши суда ни в чем не уступали лучшим зарубежным образцам. В качестве грузовых насосов, например, сормовские суда имели два центробежных насоса, приводящиеся в действие отдельными электромоторами, установленными в машинном отделении. Производительность их составляла 1200 т/час при давлении 2 атм. Подобной высокой производительности грузовых насосов не знала в те времена практика иностранного судостроения. Но главным достижением инженера считается цельносварное корпусостроение. Даже при сегодняшних технологиях гибка больших листов большая сложность, их собирают из «мелкого» листа. Много сборочных работ, плохо подогнанных листов, сварки. Но уже в 1930 году на Дальзаводе был спроектирован и построен цельносварной катер. В этом же году на «Красном Сормове» началось проектирование сплошь сварного буксирного парохода мощностью 150 л. с., корпус которого не имел ни одной клепки. 26 января 1932 года на береговых стапелях верфи был заложен, 22 апреля 1933 года спущен на воду и в мае того же года сдан в эксплуатацию первый в стране цельносварной буксирный 150-сильный колесный пароход «Сварщик». Соединения листов наружной обшивки были приняты в стык, без скоса кромок и сваривались двухсторонним швом. Похожую задачу Керичев В.М. решил в 1943 военном году, когда перед сормовичами встанет сложнейшая задача: на серийном заводе, без остановки производства оснастить танк Т-34 новым 85-мм орудием. Под руководством главного конструктора завода В.В. Крылова корпусный отдел В.М. Керичева разработает чертежи новой цельно-литой башни с утолщенной лобовой частью. Одновременно, учитывая боевой опыт экипажей, выполнен еще ряд изменений в машине, улучшающих ее качество и надежность. Новый танк получит индекс «Т-34-85». В начале 1944 года первые боевые машины уже были на фронте. Практика показывает, что изменение общей ситуации в мире и появление новых угроз безопасности, равно как и создание новых и перспективных образцов вооружения и военной техники точно предсказать невозможно.

Идея Вячеслава Михайловича Керичева о внедрении новых технологий в производство сейчас актуальна как никогда. За последнее время исследования в областях обработки металлопроката, сварки конструкций, покраски, робототехники продвинулись далеко вперед

и при внедрении таких технологий можно уменьшить себестоимость судов и ускорить их производство. Для того чтобы двигаться вперед, необходимо иногда оглянуться назад.

### ***Библиографический список***

1. Архив, 6 корпус НГТУ Им. Р. Е. Алексеева, данные о периоде обучения В.М. Керичева.
2. Журнал OFFSHORE от 14 октября 2019. // Современные технологии для крупноблочного строения судов.
3. Википедия – свободная энциклопедия, ресурс Интернет <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
4. Красное Сормово ЗАВОД И ЛЮДИ Издательство «Кварц» 2019. // Архив завода «Красное Сормово».
5. Журнал Военное кораблестроение России. 2021.
6. Морские вести России 31.12. 2020.
7. **Шамрай, Ф. А.** «Современные технологии для крупноблочного строительства судов» // Интернет журнал Neftegaz.ru 14.10.2019.

УДК 001.1

МАРКОВА Т.В., ЧЕРНЕНКО В.С.

## **РОССИЙСКИЙ СЕГМЕНТ АРКТИКИ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ ВОДНЫХ ПУТЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Около 90% мировой торговли осуществляется посредством судоходной отрасли. На данную сферу влияют множество факторов как положительных, так и отрицательных. К последним, относится образование ледового покрова северных морских путей. Данная проблема весьма остро нависает над государствами, ведущими морскую торговлю в ледовых условиях, к их числу относятся и Россия. Актуальность данной темы сохраняется по сей день и продолжит быть актуальной в будущем [1].

Арктика – уникальный регион России в экономическом плане. В данном регионе сконцентрированы огромные запасы полезных ископаемых, в их числе углеводороды, никелево-медные, платиновые и марганцевые месторождения. Обратимся к цифрам, на момент 2012 года в Арктике находятся 90% нефти и газа из всего добываемого объема Российского континентального шельфа. К 2020 году общее количество извлеченной РФ нефти из арктического шельфа составляет 0,6 млрд т, газа 8,5 триллионов куб. более 50% добытой нефти, на море. Доход от продажи углеводородов составляет почти 50% от Российского бюджета, при этом Россия обладает 9% мировых запасов нефти и 30% мирового запаса природного газа [2][3]. Судить о развитости данного региона возможно, оценивая развитость Северного морского пути (СМП), как уникального объекта инфраструктуры России [3]. Севморпуть – кратчайший морской путь, соединяющий европейскую часть РФ с дальним востоком и Азией.

Северный морской путь проходит по морям южной части Северного Ледовитого океана, в их числе: Карское море, море Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское моря. Длинная СМП составляет 5600 километров. В сферу обслуживания СМП входят порты, находящиеся в Арктике и базирующиеся на судоходных Сибирских реках. Таким образом, можем заключить, что существование Арктического региона России без Северного морского пути было бы сильно затруднено. На сегодняшний день Россия продолжает использование и освоение Северного морского пути. По нему осуществляется вывоз добытых полезных ископаемых на континенте и Арктическом шельфе, а также осуществляется Северный завоз, обеспечивающий 20 миллионов жителей крайнего севера и дальневосточных регионов [4].

Рассматривая СМП в качестве коридора для международной торговли, следует отметить положительную тенденцию в развитии. Открытие СМП для международного судоходства произошло в 1991 году, однако внимание иностранных компаний он стал привлекать лишь спустя 15 лет. Таким образом в 2009 году путем между Европой и Азией воспользовались лишь два коммерческих судна, а уже в 2011 году через северные воды России прошло уже 34 иностранных коммерческих судна [5]. Однако, количество судов европейских компаний, прошедших Севморпуть, не идет в сравнение с потоком через Суэцкий канал, через который ежегодно проходит до 18000 судов [5]. В защиту СМП отметим его явное превосходство над Суэцким каналом, оно заключается в следующем: расстояние, проходимое судами из порта Мурманска (Россия) в порт Иокогамы (Япония) через Суэцкий канал и СМП разительно отличается 12840 и 5770 морских миль соответственно. Выделим основные преимущества использования Северного морского пути для транзитных перевозок: 1) экономия топлива за счет уменьшения расстояния преодолеваемого судном 2) уменьшение длительности одного рейса, что благоприятно влияет на стоимость фрахта судна 3) отсутствие очереди на проход, что отличает СМП от Суэцкого канала 4) отсутствует риск нападения пиратов [6]. Проанализировав преимущества СМП перед Суэцким каналом, мы столкнулись с противоречием. Почему же Севморпуть не пользуется столь же большим спросом, чем его главный конкурент? Причина уже была указана ранее – ледообразование. По оценке Кариоу и Фаури [7] существенное сокращение дистанции не приносит выигрыша в расходе топлива из-за работы в условиях низких температур и необходимости маневрирования во льдах, данные обстоятельства нивелируют преимущества в расстоянии. Проводя анализ затрат на перевозки по СМП Лассере [8] приходит к выводу, что решающим фактором конкурентоспособности является загруженность, которая в настоящее время остается на низком уровне. Даже принимая во внимание быстрое таяние льдов, смены обстановки в северных широтах, в ближайшие годы, ждать не приходится, это подтверждается многочисленными исследованиями и моделированиями. Таким образом, мы приходим к заключению, что действительная экономическая выгода, на данный момент возможна лишь при отсутствии толстого ледового покрова, который наблюдается в период приблизительно с августа по ноябрь.

Оценив недостатки, и потенциальные преимущества СМП можно прийти к несложному умозаключению, для достижения большей экономической выгоды от использования Севморпути требуется разрешить основную проблему – сезонность судоходства, которая вытекает из проблемы ледообразования. Подойти к выходу из сложившейся ситуации можно несколькими путями. Первый из возможных вариантов – ожидание, на сегодняшний день прослеживается тенденция к таянию ледников так, например с конца 1980 годов наблюдается резкое уменьшение ледяного покрова на 1,6 миллиона километров квадратных. Ледники Арктики оказались беспомощны перед повышением температуры мирового океана [9]. Однако, ожидание может растянуться не на один десяток лет, что весьма сильно омрачает перспективы данного способа решения проблемы сезонности судоходства. Второй вариант сопряжен с искусственным продлением навигации в период с октября по май. Помощь в этом оказывают атомные ледоколы, которые прорубают лед для российских и иностранных судов. Атомные ледоколы, работающие в северных широтах – наследники СССР, в расположений России их осталось четыре: «Севморпуть», «Таймыр», «Вайгач», «Ямал». Уже при РФ, в эксплуатацию были введены 3 новых ледокола, относящиеся к двум разным классам, «Арктика» - более старая версия («50 лет Победы» 2007 год), «ЛК-60Я» - новая («Арктика», «Сибирь» 2020 и 2022 года соответственно). Всего к 2027 году планируется расширение арктического флота до семи атомных ледоколов, с учетом вывода из строя большей части действующих. В данный момент в процессе строительства находятся еще четыре атомных ледокола, классов «ЛК-60Я» и «ЛК-120Я» к первым относятся: «Урал», «Якутия», «Чукотка» ввод в строй которых намечен в период с 2022 по 2026 годы, Ледокол новейшего класса, представляющий проект 10510 «Лидер» к вводу в эксплуатацию запланирован на 2027 год, ледокол будет носить название «Россия»[9].

Однако, следует заметить, что тема продления навигации северных морей, не сходясь на одних лишь атомных ледоколах. Помимо самого Севморпути требуется обеспечить и работу всей инфраструктуры, портов, судоходных рек, которые в не меньшей степени страдают от ледовой проблемы. Разрешением подобного рода задач занимался Валерий Андреевич Зуев, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Кораблестроение и авиационная техника» Нижегородского Государственного Технического Университета им. Р. Е. Алексеева.

Обратимся к биографии Валерия Андреевича. Родился 16 февраля 1940 года в городе Горьком (ныне Нижний Новгород). Как и многие мальчишки послевоенной поры, Валерий намеревался поступить в Высшее военно-морское училище, однако конкурс оказался слишком велик. Таким образом Валерий поступил в Горьковский политехнический институт, на кораблестроительный факультет, который в 1965 году заканчивает с отличием. Свою дипломную работу он посвятил экранопланам, хотя в то время такое слово мало кто произносил. Однако кандидатскую диссертацию Валерий Андреевич посвятил уже другой теме, которая не на шутку увлекла его и полностью переключился на ледоколы. Работы В. А. Зуева в этой сфере достойны отдельного рассмотрения, каждая из них внесла огромный вклад в развитие ледокольного флота.

Среди работ Валерия Андреевича, посвященных средствам продления навигации на внутренних вводных путях, следует отметить проект ледокольной платформы базирующаяся на воздушной подушке, целью которого было разрушение льда в бухтах Северного Флота. Несмотря на то, что сами по себе ледоколы являются универсальными средствами, имеется перечень других задач, решение которых выгоднее отдавать платформам на воздушной подушке. Предполагалось, что такие платформы будут самоходные и работать в связке с буксиром толкачом. Работая таким образом, платформа может разрушать ледяной покров толщиной до 1,5 метра со скоростью 10-12 км/ч, сохраняя при этом низкие эксплуатационные расходы. Использовать ЛПВП (ледокольные платформы на воздушной подушке), можно для решения различного рода задач, таких как: прокладка ледовых каналов, околка судов, разрушение льда в акваториях заводов, портов, а также для вывода судов из ледового плена. При этом, как отмечалось выше, расходы на эксплуатацию и на постройку такой платформы будут ниже затрат при постройке ледокола, ориентированного на подобный спектр задач [10].

Однако не смотря на очевидное превосходство данной программы, её реализация оказалось невозможна. В период развития проекта, Министерство морского флота и Министерство обороны заказало много подобных судов, для Севера и Дальнего Востока, но времена перестройки и распад СССР поставил крест на дальнейшем развитии. Валерий Андреевич уверен, что рано или поздно этой идеей вновь заинтересуются и к ним вернется государство, так как Россия немислима без флота.

Исследовав проблемы Российского сегмента Арктики, можно заключить, прогресс есть. Подтверждает это в первую очередь положительная динамика грузоперевозок по СМП, которая в 2016 году составила 7,26 миллиона т, данный показатель превзошел исторический максимум конца 1980х годов и продолжает расти по сей день. Однако, для достижения желаемых высот, отрасли кораблестроения все ещё требуется развитие и в некоторой степени, расширение проблематики, для выявления новых возможностей. Что же касается Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева в целом, и Зуева В. А., вклад в развитие ледокольного флота и промышленности сложно переоценить, скорее наоборот.

#### ***Библиографический список***

1. «Северный морской путь – арктическая дорога жизни История открытия и освоения Северного морского пути Рекомендательный список литературы» Архангельск 2012. с. 67-69.

2. «Состояние и перспективы освоения углеводородных ресурсов Арктического шельфа России» / [А.Н. Дмитриевский и др.] // Журнал «Neftegaz.RU» №1, 25. 03. 2017, 2 С 23-27.
3. Экономическое развитие арктического региона и атомный ледокольный флот России / [В.В. Рукша и др.] // Арктика: экология и экономика 2012, 1 (5).
4. **Башмаков, И.** «Анализ нынешнего положения изолированных систем энергоснабжения с высокими затратами на энергию» // Статья ЦЭНЭФ-XXI «Warming Revives Dream of Sea Route in Russian Arctic». // The New York Times, 18.10.2011.
5. **Ерохин, В. Л.** Северный морской путь и Суэцкий канал: сравнительный анализ экономической эффективности использования торговых маршрутов для Китая // Маркетинг и логистика. – 2018. – №6 (20).
6. **Faury, O.,** The Northern Sea Route Competitiveness for Oil Tankers. Transportation Research Part A: Policy and Practice 94, 461-469.
7. **Lasserre, F.** (2014). Case Studies of Shipping along Arctic Routes. Analysis and Profitability Perspectives for the Container Sector. Transportation Research Part A: Policy and Practice 66, 144-161.
8. **Иванов, Ю.** «По тонкому льду. Как глобальное потепление влияет на Россию»// Интернет-издание «N + 1» 11. 09. 2020.
9. **Москвичева, Ю.А** «Технико-экономический анализ разрушения ледяного покрова и продления навигации с использованием технологий на воздушной подушке» / Ю.А. Москвичева, Е.М. Грамузов, Е.В. Зуева // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.

УДК 131.5.

МЯЛКИН И.В.

## **ФИЛОСОФСКИЙ ПОДХОД В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПОЛИТИКЕ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Выксунский филиал НИТУ «МИСиС»

В современном мире увеличивается значение технического образования как важного фактора формирования обществ. Важнейшей задачей образовательной политики на современном этапе является достижение современного качества технического образования, и его соответствие социально-экономическому и научно-техническому развитию.

Образование всегда сочетало обучение знаниям, умению, навыкам с воспитанием, т. е. готовило человека к различным видам деятельности, способствуя при этом их социализации. В то же время в любую эпоху передовое образование создавало и создаёт наилучшие условия для поступательного развития общества [1]. Так на современном этапе техническое образование способствует не только привлечению технических знаний, но и гуманитарных. Образовательная политика технического образования включает 6 элементов:

- научный – создание новых технологий и материалов
- инженерный – модернизация технологий и материалов
- управленческий – управление человеческими ресурсами и производственными мощностями;
- экономический – распределение и использование средств;
- правовой – нормативную базу законов РФ.
- культурный – нормы и правила поведения на жизненном этапе.

На данный момент выделяют две тенденции в осуществлении образовательной политики в техническом образовании:

1. англо-американская ориентация, рассматривающая образование как личное дело каждого человека; система образования представляет собой индустрию образовательных услуг;

2. германско-русская ориентация, основанная на государственной ответственности за образование: доступность образования всем слоям населения. [2]

Управление системой образования согласно Федеральному закону Российской Федерации «Об образовании» призвано обеспечивать целенаправленность и организацию процессов в управляемом объекте. В этой связи «управление системой образования можно определить как специальную деятельность, в которой ее субъекты посредством решения управленческих задач обеспечивают организацию совместной деятельности управляющей и управляемой подсистем (органов управления и образовательных учреждений) по достижению результативных целей системы и образовательных учреждений.

Техническое образование дает человека в контексте современных технологий, новых законов стать конкурентным на рынке труда, не только в России, но и во всем мире. Так техническое образование с каждым годом все более занимает лидирующие позиции в российском образовании в 21 веке.

### *Библиографический список*

1. **Кондракова, И.Э.** Образовательная политика: содержание понятия // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2010. № 128. С 116-124.
2. **Смолин, О.Н.** Образование - для всех: Философия. Экономика, Политика. Законодательство. М., 2006. 416 с

УДК 001.1

САННИКОВ А.Н., МИХАЙЛОВА Т.Л.

## **СТАНОВЛЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА – ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ МОДЕЛИ Т. КУНА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

«Искусственный интеллект» (ИИ) – словосочетание, применяемое практически во всех сферах человеческой деятельности. Компьютер научился строить прогноз погоды, выстраивать оптимальные логистические сети, анализировать фондовые рынки. Казалось, чтобы наука получила такое применение, необходимо ее длительное развитие – не одно столетие, однако область ИИ – одна из самых молодых, развивающихся сфер деятельности, берущих начало в середине XX в.

Для обзора основных этапов этой технологии целесообразно использовать модель Т. Куна. Согласно этой модели, выделяется несколько этапов становления науки. На допарадигмальном этапе есть несколько научных школ, работающих обособленно друг от друга, но занимающихся одной предметной областью. Школы основываются на некоторых известных фактах, из которых и появляется парадигма. Парадигма – это совокупность убеждений, ценностей, технических средств, принятых научным сообществом и обеспечивающих научную традицию [1]. Парадигма – центральное понятие Т. Куна. В области ИИ изначально выделяется несколько научных школ, занимающихся математическими и логическими предпосылками ИИ. Математическая логика была заложена Джорджем Булем; одновременно с открытием булевой алгебры была опубликована статья «Принципы математики» Б. Рассела и А. Уайтхеда. Следующий виток ИИ – середина XX века – это время появления научных школ: Уолтера Питтса, Норберта Винера – основателя

кибернетики, Клода Шеннона – основоположника теории информации и Алана Тьюринга – создателя тестирования «умных систем». Увеличивающееся количество научных трудов стало катализатором рождения в 1956 г. на конференции в Дартмуте новой научной сферы, называемой «искусственный интеллект» (Artificial intelligence – AI).

С появлением парадигмы наука вступает во второй этап, именуемый «нормальной наукой». В данном периоде наука активно развивается, со временем появляются аномалии, в свою очередь, приводящие к наступлению заключительного этапа – научной революции, знаменующей новую веху в становлении науки. В области AI можно выделить, как минимум, две такие научные революции.

Первый этап нормальной науки берет начало сразу, после конференции в Дартмуте, и продолжался до 70-х гг. XX века, когда стало ясно, что цели, поставленные на конференции, достигнуты, а механизм ИИ применялся только к простым задачам. Возник первый кризис науки, продолжавшийся более десяти лет.

Второе дыхание ИИ обрел благодаря разработкам Джона Хопфилда, создавшего форму нейронных сетей. С их появлением научные разработки стали применяться к более сложным задачам, и сегодня «нейросетевой организм» уже обыгрывает профессиональных игроков в одну из сложнейших логических игр – «Го». Новый виток нормальной науки искусственного интеллекта оказался затяжным. Вот уже более тридцати лет происходит развитие этой области. История ИИ еще раз доказывает идею Т. Куна: наука развивается скачкообразно посредством научных революций, обуславливаемых сменами парадигм [1].

Резюмируя рассмотренное выше, можно сделать вывод: область ИИ – одна из быстроразвивающихся областей технауки. Новые технологии в ней растут в геометрической прогрессии: уже существуют сотни алгоритмов, применяемых в AI. Поэтому стоит трудная задача структурирования существующих методов. Модель Т. Куна позволяет выделить основные этапы развития науки, а, значит, дает возможность классифицировать алгоритмы согласно их применению и методологическим особенностям. В этом кроется ее эвристически-методологический потенциал.

### *Библиографический список*

1. **Кун, Т.** Структура научных революций. И.З. Налетов, В.Н. Порус, А.Л. Никифоров, О.А. Балла. – М.: АСТ, 2002. – 606с.
2. **Санников, А.Н.** Определение проблемы сознания искусственного интеллекта / А.Н. Санников, Т.Л. Михайлова // Сборник материалов XIX всероссийской молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки». – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2020. – С.289-290.
3. **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. ННГУ им. Н.И. Лобачевского. Нижний Новгород, 2017. – С. 62-65.
4. **Горбатовский, В.В.** Парадигмы программирования – через призму модели Томаса Куна // Нижегородский политех: историческое наследие и современность в контексте философско-методологической рефлексии (100-летию НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 55-летию выхода книги Т. Куна «Структура научных революций» посвящается) / В.В. Горбатовский, О.С. Рассадин // – Материалы секции магистров под руководством Т.Л. Михайловой [«Архивы» scienceforum/ 2018 X Международной студенческой конференции]. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018006407>.



**ПРОБЛЕМА ОГРАНИЧЕННОСТИ АППАРАТА КОМПЬЮТЕРНОЙ ЛОГИКИ  
В КОНТЕКСТЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ XXI ВЕКА НА ЭВМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Эффективность и применимость логики компьютерных вычислений как подмножества математической логики, лежащей в основе работы классических ЭВМ на физическом уровне, может быть рассмотрена с двух сторон – инженерной и математической, оказывающих влияние друг на друга в рамках проектирования и эксплуатации ЭВМ. В основе компьютерной логики при решении естественнонаучных задач лежит грубая идеализация решаемой проблемы, сфокусированная на доказательстве некоторого утверждения или доказательстве его отрицания и нахождения значения математического выражения, соответствующего некоторому утверждению. Этот подход накладывает некоторые ограничения, в частности, понятие гипотезы, сформулированное в контексте естественнонаучного познания, не может быть корректно интерпретировано на современных ЭВМ.

Классическая механика, будучи опровергнутой теорией относительности, т.е. сфальсифицированной, но в то же время многократно верифицированной при рассмотрении задач классической физики, не может изучаться на теоретическом уровне с помощью ЭВМ, ибо в каждый момент времени ЭВМ считает гипотезу или верной, или неверной [1]. Выбор научной парадигмы для решения физической задачи остается за человеком, хотя ему в этом и может помогать компьютер при количественном анализе и сравнении данных. Иначе обстоит ситуация при качественном сравнении объектов познания [2]. Одной из причин, отвечающей за сложность качественного сравнения объектов научного познания с помощью ЭВМ, является проблема способности измышления выражений ЭВМ (теорий, гипотез, предсказаний), используя модель аналогии. В качестве прикладного примера можно привести ресурсоемкость и сложность программной реализации задачи идентификации объектов с помощью современных технологий по сравнению с этой же задачей, выполняемой человеком.

Основной фактор ограниченности применения ЭВМ с инженерной точки зрения – полная цифровизация информации в виде электрических сигналов, хранящих информацию в бинарном виде, при этом определен закон исключенного третьего и закон противоречия, и они выполняются всегда на машинном уровне. Упомянутые законы активно используются в классическом естествознании, но в то же время сфера их применения ограничена, когда речь идет о неклассической, постнеклассической и гуманитарной науке [3].

С математической точки зрения, причина ограниченности применения ЭВМ – то, что математическая логика не является достаточно обширной системой построения высказываний, их доказательства, опровержения, анализа в контексте научного знания. Так как логика компьютерных вычислений – это подмножество математической логики, то она не может быть больше, чем ее надмножество. В основе логики компьютерных вычислений лежит наивная теория множеств, закон исключаящего третьего, самореференция, теория вычислимости, – парадигмы, некогда сфальсифицированные такими примерами как: парадокс Рассела, парадокс Карри, парадокс Ришара. Математическая логика в дальнейшем получила развитие в работах Тарского, Мальцева, Робинсона, Ершова и других ученых, частично разрешивших данные парадоксы, начав слияние теории вычислимости, заложенной Тьюрингом, с математической логикой, что привело к развитию новых разделов математики – теории моделей, нестандартного анализа, модальной логики, аппарат которых пока что не был имплементирован в ЭВМ на инженерном уровне. Наиболее известные примеры задач, в которых наблюдается отставания логики ЭВМ от современной математической логики –

теорема Геделя о неполноте и ее следствия, проблема фреймов как структуры данных ИИ, теория категорий и ее применимость на ЭВМ, изоморфизм Карри-Ховарда и следствия из него [4;5].

Развитие науки и техники в XXI в приводит к постепенному решению прикладных проблем отставания логики классических ЭВМ от математической логики, примерами чему могут служить развитие ИИ как инструмента анализа явлений и высказываний, появление функциональных языков программирования [6], различные программные реализации ПО для оперирования категориальными аппаратами новых разделов математики. В то же время, для решения проблем на фундаментальном уровне необходимы структурные инженерно-технические изменения в логике ЭВМ. Такими изменениями могут стать активно развивающиеся сегодня направления как квантовые компьютеры и квантовые вычисления, биологические компьютеры и молекулярные вычисления, клэйтроника.

### ***Библиографический список***

1. **Карпов, Ю. Г.** Теория автоматов./ Ю.П. Карпов – СПб.: Питер, 2003. - 208 с.,
2. **Richards, T. J.**, (1994). Using computers in qualitative research. In N. K. Handbook of qualitative research (pp. 445–462). Sage Publications, Inc.
3. **Detlefsen.** Proof and Knowledge in Mathematics. – Routledge, 1992. – 268 p., ISBN 978-1138009356
4. **Hofstadter, D R.** Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid. Basic Books – 1999. - №2P157-164
5. **McCarthy**, «Some philosophical problems from the standpoint of artificial intelligence». Machine Intelligence. 4: 463–502.
6. **Alma, Zalta**, «The Lambda Calculus». The Stanford Encyclopedia of Philosophy Retrieved November 17, 2020.

УДК 001.1

ЧИПИНСКИЙ Е.В.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ-ХИМИКА КАК ОТВЕТ НА РИСКИ ОСВОЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время продолжается стремительное развитие науки и техники. Если до относительно недавнего времени в отношениях науки и природы присутствовал субъект-объектный дуализм, сейчас наблюдается стремление к формированию онтологического диалога с природой [1]. Цель доклада – освещение необходимости формирования экологической культуры исследователя-химика ввиду существования прямой угрозы экологической обстановке в процессе и результате проведения исследований. Актуальность выбранной темы характеризуется взаимной зависимостью человека и природы.

В докладе определяется понятие «экологической культуры» по А.А. Вербицкому [2] и И.Н. Пономарёвой [3], а также приводится основополагающая цель формирования экологической культуры населения в целом и исследователя-химика, в частности, а также рассматривается исторический аспект формирования экологической культуры. Согласно А.А. Вербицкому экологическая культура – это совокупность опыта взаимодействия людей с природой, обеспечивающая выживание и развитие человека и выражающаяся в виде теоретических знаний и способов практических действий в природе и обществе, нравственных норм, ценностей и культурных традиций.

По мнению Н.Н. Моисеева: «XX век - это вызов, вызов не только истории, но и всему процессу становления вида *homo sapiens*, пути антропогенеза» [4]. XXI век можно считать ещё большим вызовом. В связи с этим формирование экологической культуры, в особенности исследователей, является без преувеличения жизненно важным аспектом, необходимым для благополучного существования всего населения планеты Земля. Ввиду столь глобальной проблематики рассматриваемого вопроса нельзя не учитывать исторический опыт формирования экологической культуры. В работе рассмотрены возможные риски, возникающие в ходе проведения исследований, как непосредственная причина необходимости формирования экологической культуры.

Экологическую культуру можно рассматривать как элемент *коэволюции* человека и природы. Термин коэволюция был введён в 1964 году Паулем Эрлихом и Питером Рейвеном. Под понятием коэволюция понимают совместную эволюцию биологических видов. В нашем случае понятие «коэволюция» рассматривается как сосуществование человека и остальных биологических видов, населяющих планету. Несмотря на возможность к адаптации, присутствующую у без исключения всех живых организмов, эта самая способность не безгранична, из-за чего, в результате деятельности человека многие биологические виды уже были утрачены, и многие находятся на грани вымирания. Этот факт однозначно говорит о необходимости формирования экологической культуры.

В качестве итога отметим, что экологическая культура – неотъемлемый элемент эволюции человека и биосферы, который должен обеспечить благоприятное развитие этого процесса. Сокращение биологического разнообразия указавший на необходимость формирования экологической культуры, несмотря на то, что является не самым неблагоприятным последствием деятельности человека. Более серьёзным последствием может стать существенное преобразование среды обитания человека. Однако, «сохранить современного *Homo sapiens* можно только сохранив привычную для него среду обитания» [5]. Первым шагом для сохранения привычной среды обитания является формирование экологической культуры исследователя, в том числе исследователя--химика, а, значит, и всего человечества.

### ***Библиографический список***

1. **Мангасарян, В.Н.** Природа–общество–культура: основания коэволюции. – СПб.: Изд-во РХГА, 2011. – 252 с.
2. **Львова, С.П.** Авторская концепция организации и развития непрерывного экологического образования. / Львова С.П., Вербицкий А.А. // – М.: Минприроды России, 1993. – С. 13.
3. **Пономарева, И.Н.** Региональные аспекты экологического образования в школах России // Рациональные системы экологического образования: Тез. докл. Всероссийской науч.-практ. конф. Пушкино, 30 сентября – 2 октября 1998 г. М.: Тобольск, 1998. – С. 15-17.
4. **Моисеев, Н.Н.** Судьба цивилизации. Путь Разума. – М., 2000. – С. 1.
5. **Захаров, А.С.** Бинарная оппозиция «естественное – искусственное как основа формирования коэволюционных стратегий / А.С. Захаров, Т.Л. Михайлова // Будущее технической науки: материалов XV Международной молодежной научно-техн. Конф. НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2016. – С. 601-602.

# СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ

УДК 629.735

АБРАКОВ А.А., КАЗАКОВ М.В., АРЧУКОВ В.А., КУЛАГИН А.Л.

### ПОЛЕЗНАЯ НАГРУЗКА ПРОЕКТА МОДУЛЬНОГО БПЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные беспилотные воздушные суда проектируются с учетом многозадачности. Один и тот же беспилотный летательный аппарат (БПЛА) может использоваться для аэрофотосъемки, видеомониторинга, доставки грузов и других задач. Чтобы это обеспечить, летательный аппарат становится универсальным носителем различного оборудования.

Полезная нагрузка беспилотных летательных аппаратов варьируется от отрасли к отрасли. То есть, например, для инспекций требуется оборудование, способное выявлять мельчайшие детали, необходим отличный зум и высокое разрешение. В поисковых миссиях нужны нагрузки, отличающиеся надежной защитой и высоким качеством съемки. Особенную ценность представляет тепловизор. Для сельского хозяйства требуются датчики, сканирующие как посевные площади в визуальном смысле, так и под землей, выявляя заболевания или недостаток влаги. Кроме того, современные платформы предлагают полезные нагрузки в виде баков для орошения, полива и посевов.

Мы разрабатываем БПЛА, способный нести следующую полезную нагрузку: оптико-электронные системы (цветная камера, тепловизор), позволяющие проводить аэрофотосъемку и видеотепловизионный мониторинг, мультиспектральные камеры, позволяющие следить за здоровьем агрокультур и оценивать состояние почвы (рис. 1), газоанализатор с видеокамерами, оценивающий качество окружающей атмосферы, дозиметр с видеокамерами, измеряющий радиационный фон, геодезическое оборудование, позволяющее проводить разметку территории и контроль качества при проведении строительных, разбивочных и монтажных работ, активный громкоговоритель, предназначенный для передачи голосовых сообщений на обширные территории, системы распыления, позволяющие быстро и эффективно обрабатывать большие посевные площади от различных вредителей и другие.



Рис. 1. Мультиспектральная съемка с воздуха

Предполагается и опция установки электрогенератора, приводящегося в движение с помощью двигателя внутреннего сгорания. Генератор позволит увеличить время полёта, что способствует повышению эффективности использования данного летательного аппарата.

Двигатель внутреннего сгорания позволит повысить эксплуатационные качества при отрицательных температурах. Использование горячих выхлопных газов ДВС позволит решить проблему обледенения.

УДК 629.125

БАШАРИН В.С., ОСИПОВ В.Ю., ИСАКИЧЕВ Д.В., КУЛАГИН А.Л., ГОНЧАРОВ К.О.

## **ШВЕРТБОТ «ВОРЬЕН» КАК УЧЕБНО - ТРЕНИРОВОЧНАЯ ЯХТА В ПРАКТИКЕ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ КОРАБЛЕСТРОИТЕЛЕЙ НА БАЗЕ ИТС**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Подготовка инженеров кораблестроителей - одна из важнейших задач, которую реализует Институт транспортных систем НГТУ. Если мы обратимся к истории развития и подготовки инженеров данной отрасли, то увидим, что практика всегда являлась неотъемлемой частью процесса обучения. Обращаясь к мемуарам [1] А. Н. Крылова – безусловно, самого знаменитого инженера кораблестроителя России и СССР, можно заметить, как много времени, он проводил на кораблях. Ценность прохождения практики признавалась и в СССР, где студентов отправляли членами экипажей на корабли и суда в качестве стажёров.

Одним из направлений по получению практики является организация практики на парусных яхтах. В НГТУ действует яхт-школа «Парус» в которой можно пройти обучение теоретическим основам управления парусной яхтой, но собственной флотилии судов – нет.

Другое направление решения задачи получения практики, а также создание флотилии судов на базе ИТС НГТУ – это студенческое конструкторское бюро по созданию парусных судов. В качестве объекта деятельности был выбран проект французского конструктора яхт Жан-Жака Эрбюлло - «Ворьен» (рис. 1). Выбор именно этого проекта обоснован удобством и простой эксплуатации, а также бюджетностью в части изготовления.

Открытый корпус очень вместителен: в хорошую погоду можно, кроме экипажа, принять ещё одного или двух человек, при устойчивом ветре быстро набирает скорость, хорошо справляется с большой волной. При реализации студентами данного проекта, а также при прохождении практики на парусной яхте студенты смогут подробно изучить: кораблестроительную терминологию; изучить вопросы, связанные с навигацией; современные и перспективные композитные материалы; увидеть палубное оборудование, ощутить на себе гидро – и аэро – динамические силы, которые воздействуют на корпус судна; понять что такое диаметр циркуляции судна, ходкость, остойчивость, восстанавливающий момент судна, качка и многие другие вопросы, которые иногда непонятны из книжного изложения. На текущий момент создан кондуктор на базе которого собираются элементы корпуса судна (рис. 2).



**Рис. 1. Проект французского конструктора яхт Жан-Жака Эрбюлло - «Ворьен»**



**Рис. 2. Работа СКБ по созданию парусного судна класса «Ворьен»**

В итоге можно заключить – не случайно Р. Е. Алексеев занимался яхтингом в молодости. Не только практика хождения под парусом полезна при подготовке инженеров кораблестроителей, но и сама практика создания яхты, в рамках студенческого проекта, является хорошим дополнением к образованию в ВУЗе. В процессе постройки студенты учатся составлять технологические карты, грамотно планировать процессы постройки и изучают технологию постройки судна из композиционных материалов.

---

1. **Крылов, А.Н.** Мои воспоминания / А. Н. Крылов – 9 изд., перераб. И доп. СПб.: Политехника, 2003 – 510с.: ил. ISBN 5-7325-0674-8

УДК 629.735

БЕРНОТАС Е.А., КОВШОВ Е.Д., ОСИН М.Д., КУЛАГИН А.Л.

## **ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ПРОЕКТА МОДУЛЬНОГО БПЛА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В статье представлена компонентная база для включения в состав модульного беспилотного летательного аппарата, который разрабатывается студенческим конструкторским бюро на базе Института транспортных систем НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

### 1. Аккумуляторная батарея (рис. 1).

Литий-ионный аккумулятор (Li-ion) - это самый популярный тип аккумуляторов в таких устройствах как сотовые телефоны, ноутбуки, цифровые фотоаппараты, видеокамеры и электромобили. Этот тип аккумуляторной батареи будет использоваться в нашем БПЛА, поскольку обладает рядом преимуществ перед другими батареями: низкий саморазряд, высокая токоотдача, Большое число циклов заряд-разряд, не требуют обслуживания.

Сам аккумулятор, в качестве основного источника питания двигателей, не используется, так как будет выполнять резервную функцию для электроники аппарата при нештатных ситуациях.

### 2. Полётный контролер (рис. 2).

К функциям полётного контроллера относятся: стабилизация аппарата в воздухе, удержание высоты при помощи барометрического высотомера или иных датчиков и позиции при помощи GLONASS, автоматический полёт по заданным заранее точкам (опционально), передача на землю текущих параметров полёта с помощью модема или Bluetooth (опционально), обеспечение безопасности полёта (возврат в точку взлета при потере сигнала, автопосадка), остановка перед препятствием (для мультикоптеров) или облет препятствий (для самолетов) при наличии датчиков, подключение дополнительной периферии: оборудование для полета по видеосвязи, светодиодной индикации и прочего.

### 3. Регулятор оборотов двигателя.

Электродвигатель плюс регулятор оборотов – это силовая установка модели, ее сердце и движущая сила.

### 4. Коллекторный двигатель (рис. 3).

Данный тип электродвигателей был выбран по ряду причин: высокий крутящий момент, достаточная мощность на валу, возможность соединить данный тип двигателя с двигателем внутреннего сгорания.

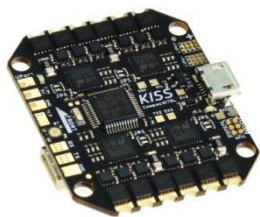
### 5. Электрический генератор (рис. 4).

Электрический генератор - устройство, в котором неэлектрические виды энергии (механическая, химическая, тепловая) преобразуются в электрическую. Данная электрическая машина будет использоваться нами, как устройство, снабжающее БПЛА

электроэнергией. То есть предусмотрена система ДВС – генератор – электродвигатель, ввиду наиболее предпочтительной, в части энергонезависимости и ресурса.



**Рис. 1.**  
Аккумуляторная батарея



**Рис. 2.** Полётный контролер



**Рис. 3.** Коллекторный двигатель



**Рис. 4.**  
Электрический генератор

УДК 629.113

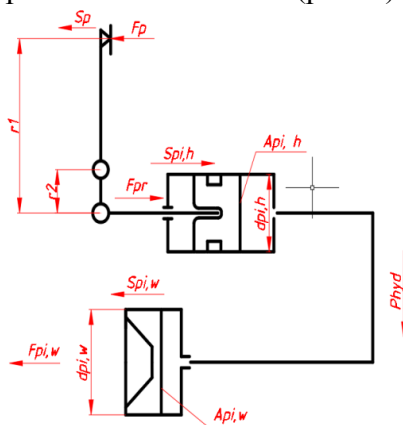
ГОЛУБЕВ М.С., КУЛАГИН А.Л., ГОНЧАРОВ К.О., ТУМАСОВ А.В.

## РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА FORMULA STUDENT

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Параметр эффективности торможения определяется конструктивными особенностями компонентов тормозной системы. Под данными особенностями, заданными требованием технического регламента Formula SAE, понимается наличие двух независимых тормозных контуров передней и задней оси автомобиля. Тормозные контура взаимосвязаны с баланс баром. Баланс бар - элемент распределяющий нагрузку на штоки главных тормозных цилиндров.

Получение оптимального показателя эффективности торможения реализуется посредством расчета привода тормозного механизма (рис. 1).



**Рис.1.** Схема привода тормозного механизма

Главные параметры, определяющие показатель эффективности торможения: расчетная величина давления тормозной жидкости в тормозном контуре  $P_{hyd}$  (1) и величина давления тормозной жидкости, необходимая для блокировки передних колес автомобиля  $P_l$  (2):

где  $F_{pp}$  - величина силы действующей на штоки главных тормозных цилиндров (ГТЦ) с учетом баланс бара, Н;  $A_{pi,h}$  - площадь поршня ГТЦ, мм<sup>2</sup>:

$$P_{hyd} = \frac{F_{pp}}{A_{pi,h}}, \quad (1)$$

$$P_1 = \frac{Rz_1 \cdot r_d}{A_1}, \quad (2)$$

где  $Rz_1$  - нагрузка на переднюю ось автомобиля, Н;  $A_1$  – отношение плеча  $r_1$  к плечу  $r_2$ , м;  $r_d$  - динамический радиус колеса, м;

Приведенные расчетные значения должны коррелировать с требованиями технического регламента Formula SAE по блокировке колес автомобиля. Значение давления, достигаемого в тормозном контуре  $P_{hyd}$ , должно превышать значение давления необходимого для доведения передних тормозов до юза  $P_1$ , вследствие чего работоспособность тормозной системы автомобиля будет обеспечена и показатель эффективности торможения автомобиля оптимален.

Результаты зависимостей эксплуатационных показателей тормозной системы спортивного автомобиля приведены в таблице 1.

**Таблица 1**  
**Результаты эксплуатационных показателей тормозной системы**

	Параметры расчета транспортного средства	Расчетные значения эксплуатационных показателей ТС
	$F_{pp}$ - значение общей силы действующей на штоки ГТЦ, Н	4083,3
	$F_{pp}$ - величина силы действующей на шток ГТЦ передней оси, Н	2512,8
	$P_{hyd}$ - расчетная величина давления тормозной жидкости в тормозном контуре, Бар	88,6
	$P_1$ - величина давления тормозной жидкости в тормозном контуре, необходимая для блокировки передних колес автомобиля, Бар	50,08
	$Rz_1$ – нагрузка на переднюю ось автомобиля, Н	1667
	$A_1$ - отношение плеча $r_1$ к плечу $r_2$ , м	8,3

УДК 629.3.022

ГУЛИН М.С., КУЛАГИН А.Л.

### МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ В ПРОГРАММНОМ ПАКЕТЕ КОМПАС-3D

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Зубчатая передача – это механизм по передаче мощности вращением. Вращательное движение может передаваться между валами, а может и преобразовываться в поступательное движение или наоборот из поступательного во вращательное. Данная механическая передача широко применяется в большом количестве машин самых различных сфер. Например, в автомобиле различные типы зубчатых передач используются в коробках отбора мощности, коробках переключения передач, раздаточных коробках переключения передач, главных передачах и рулевых механизмах.

Расчет зубчатой передачи - довольно сложный процесс, так как при его выполнении определяются не только основные геометрические параметры передачи, но и контролируемые, используемые для проверки корректности расчета, а следовательно и работоспособности передачи. Помимо геометрического расчета при проектировании зубчатой передачи производят расчет на прочность и долговечность.

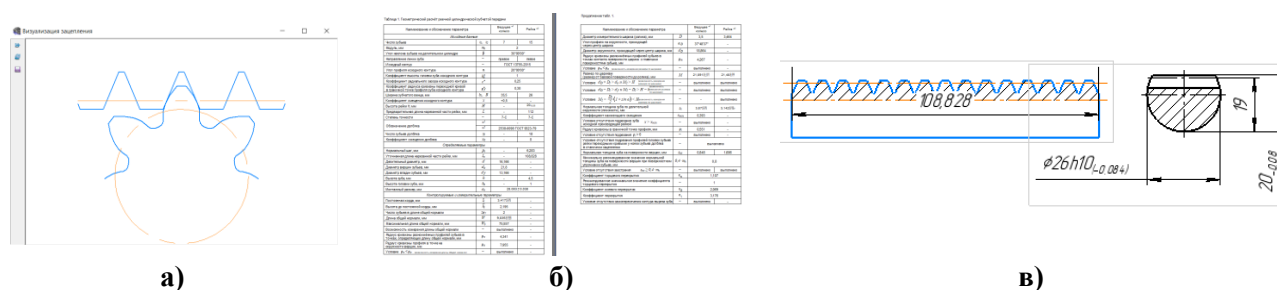


Программный пакет КОМПАС-3D позволяет произвести все типы расчетов с минимальными временными затратами и на выходе получить готовый результат в виде чертежей и таблиц с данными расчета. Также есть возможность получить готовую 3D модели элементов передачи. Расчет зубчатой передачи в КОМПАС-3D производится по действующим ГОСТам.

Для описания методики расчета в КОМПАС-3D рассмотрим проектировочный расчет реечной цилиндрической передачи рулевого механизма:

Открыты программный пакет. выбираем «чертеж», затем после загрузки и открытия окна нового документа на верхней панели открываем вкладку «Приложения» далее «Механика» → «Валы и механические передачи 2D» → «Основное меню» Построение модели». Откроется окно, где необходимо нажать «Создать новую деталь» и выбрать место построения в пустом поле чертежа. Выбираем тип отрисовки модели. Нажимаем на «Элементы механических передач» а затем выбираем необходимый элемент. В нашем случае «Шестерни и зубчатые рейки» → «Зубчатая рейка». Далее запускаем расчет в открывшемся окне и выполняем геометрический расчет путем ввода исходных данных в пустые поля. Некоторые параметры рассчитываются сразу автоматически. После ввода всех необходимых данных на двух вкладках геометрического расчета нажимаем на значок калькулятора и видим, что расчет выполнен. Сразу же отобразится информация о критериях качества зацепления.

В этом же окне после выполнения расчета можно посмотреть на изображение зацепления (Рис. 1. а) и открыть таблицу с результатами геометрического расчета (Рис. 1. б). Далее аналогично можно выполнить расчеты на прочность и долговечность. После выполнения расчетов закрываем окна, настраиваем отображение чертежа и нажимаем на зеленую галочку в верхней панели. В пустом поле появится чертеж зубчатой рейки (Рис. 1. в). В оставшемся открытом окне «Валы и механические передачи 2D» можно дополнить полученный чертеж сечениями, дополнительными элементами или различными изображениями зубьев.



**Рис. 1. Результаты геометрического расчета зубчатой передачи (а – изображение зацепления; б – таблица с результатами; в – чертеж зубчатой рейки)**

УДК 629.3.022

КАЛИЛИН Л.С., КУЛАГИН А.Л., ГОНЧАРОВ К.О.

### **МЕЖДУНАРОДНЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ СОРЕВНОВАНИЯ SHELL ECO MATRATHON**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Shell Eco-marathon — это глобальная академическая соревновательная программа, направленная на оптимизацию энергопотребления, и одно из ведущих в мире студенческих инженерных соревнований. Студенты инженерных специальностей со всего мира

проектируют, создают и эксплуатируют одни из самых энергоэффективных транспортных средств в мире. И все это во имя сотрудничества и инноваций, поскольку яркие идеи студентов помогают сформировать будущее с более низким уровнем выбросов углерода.



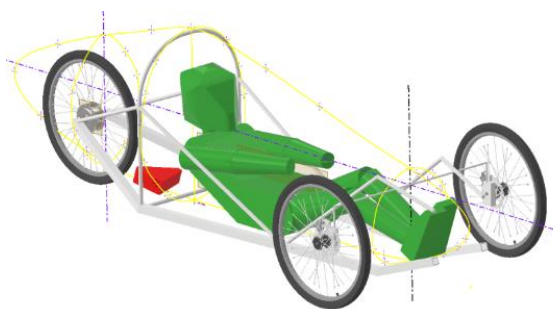
**Рис. 1. Болид SEM класса Prototype**



**Рис. 2. Болид SEM класса Urban Concept**

В соревнованиях Shell Eco-marathon существуют два класса Prototype (Рис. 1.) и Urban Concept (Рис. 2.). В обоих классах может быть различный вид энергетической установки, работающей на: бензине, дизеле, водородном топливе, электричестве при помощи аккумуляторной батареи или этаноловом топливе. Болиды класса Urban Concept компоновочно приближены к серийному автомобилю. Болиды класса Prototype по компоновке отличаются от серийных автомобилей, в этом классе участники инженерных команд стремятся к максимально эффективному энергопотреблению в рамках регламента, в том числе за счет аэродинамических свойств. Правила соревнования таковы, что необходимо преодолеть определённую дистанцию за определённое количество времени. По окончании заезда измеряется количество топлива, потраченное на заезд, при этом рассчитывается расход энергоустановки на 100 км (в зависимости от региона проведения соревнований расход может считаться относительно других величин). Та команда, чей болид потратил наименьшее количество топлива на заезд выигрывает. В соревновании 2015 года, общая дистанция трассы составляла 16 117 м и время на её прохождение было ограничено 39 минутами.

Наше СКБ «Shell Eco-marathon» ИТС НГТУ работает в класс Prototype. В качестве силовой установки используется электрический двигатель. На данный момент решается задача создания компоновки автомобиля с применением трехмерных программных пакетов, а также созданию моделей отдельных элементов конструкции (рис. 3,4). Участники проекта ставят перед собой задачу сконструировать болид, удовлетворяющий регламенту соревнований и, будучи дебютантами, показать достойный результат.



**Рис. 3. Компоновка автомобиля  
СКБ «Shell Eco-marathon» ИТС НГТУ**



**Рис. 4. Модель мотор-колеса**

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЕКТА МОДУЛЬНОГО БПЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время беспилотные летательные аппараты активно используются в различных сферах человеческой деятельности, например: аэрофотосъемка, видеосъемка, тепловизионная съемка, лазерное сканирование, оценка состояния почвы и расчет различных индексов вегетации, орошение, охрана, поисково-спасательные операции, доставка малогабаритных грузов и т.д. В каждой сфере используется два типа беспилотных летательных аппаратов: самолетный и квадрокоптеры.

Самолетный тип используется, например, для воздушного наблюдения и разведки в труднодоступной местности, а также перевозка грузов на дальние расстояния, но ему требуется площадка для взлёта и посадки. В свою очередь квадрокоптеры применяются в местах, где самолетный тип не сможет взлететь и приземлиться, полеты на малые расстояния, оценка почвы, лазерное сканирование и т.д.

Разрабатываемый проект рассчитан на применение в большинстве направлений сельскохозяйственной деятельности путем использования принципа модульности, который выражен заменой консолей крыла на лучи с винтами или наоборот (рис. 1). В число задач для сельского хозяйства, которые будет выполнять данный летательный аппарат: оценка качества посевов, аудит и инвентаризация земель, необходимые для совершения сделок, мониторинг соответствия структуры и планов севооборота, выявление отклонений и нарушений, допущенных в процессе агротехнических работ, сбор информации для службы безопасности, в том числе с выявлением факта незаконного выпаса скота на полях и др. Решение задач с помощью разрабатываемого летательного аппарата понижает затраты на эти задачи и повышает качество их выполнения, что, в свою очередь, повышает выход продукции.

Также модульность позволяет разобрать летательный аппарат по частям, что говорит об облегчении транспортировки в связи с сокращением его габаритных размеров и разных возможностях перевозки. При постоянном размере аккумуляторов на двух беспилотных летательных аппаратах рационально будет заменять несущие части и выполнять различные задачи при помощи одного модульного беспилотного летательного аппарата.

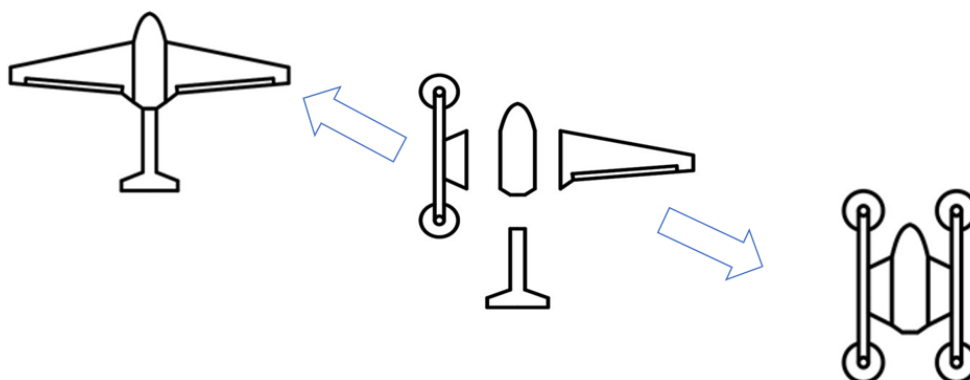


Рис. 1. Принцип замены несущих поверхностей БПЛА

## ЭНЕРГОПОГЛОЩАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА FORMULASTUDENT

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При проектировании спортивного автомобиля, большое внимание уделяется повышению параметров пассивной безопасности. Для автомобилей класса «Formula Student» одним из регламентируемых элементов безопасности является энергопоглощающее устройство, необходимое для сохранения жизни и здоровья пилота при возникновении аварийных ситуаций.

Энергопоглощающее устройство обеспечивает поглощение энергии столкновения и изменение параметра замедления транспортного средства ввиду энергопоглощающих свойств конструкции и применяемых материалов демпфирующих устройств.

В качестве одного из материалов, применяемых в конструкции энергопоглощающих устройств, выступают: алюминий, сталь. В условиях жестких требований к массе спортивного автомобиля, альтернативным вариантом материала для изготовления демпфирующего устройства является материал на основе экструдированного пенополистирола, обладающий низкой плотностью, а следовательно, меньшей массой при том же объеме и высокими показателями энергопоглощения.

Перед изготовлением энергопоглощающего устройства необходимо произвести динамические испытания экспериментального образца с использованием маятникового копра на соответствие параметрам, указанным в техническом регламенте.

В ходе проведенных испытаний были получены характеристики по энергопоглощению (рис.1), а также параметры по замедлению транспортного средства полной массой 300 кг. Результаты сведены в табл.1.

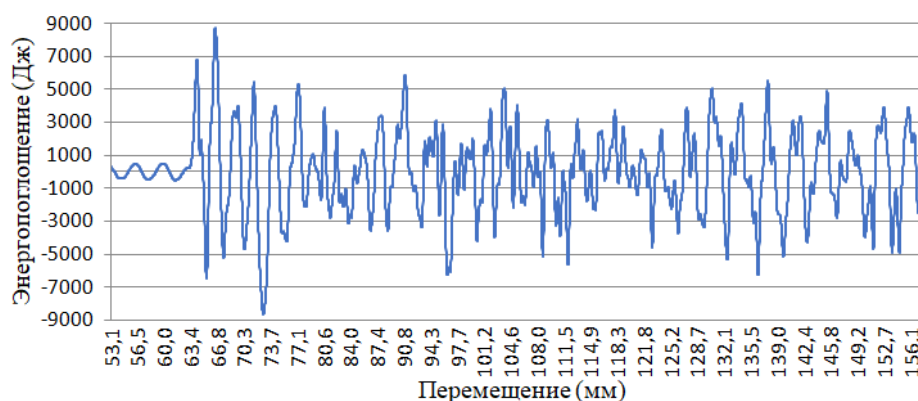


Рис. 1. График зависимости энергопоглощения от перемещения энергопоглощающего устройства при деформации

Таблица 1.

### Результаты испытаний экспериментального образца

Пиковое замедление, g ( $\leq 40g$ )	25,92
Среднее замедление, g ( $\leq 20g$ )	3,61
Поглощение энергии, Дж ( $\geq 7350$ Дж)	8773,97

По результатам испытания экспериментального образца, можно сделать вывод о соответствия, требованиям технического регламента, параметров заложенных в конструкцию энергопоглощающего устройства.

## **ВИДЕОКОНТЕНТ КАК СПОСОБ ПРОДВИЖЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКИХ КОНСТРУКТОРСКИХ БЮРО**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Студенческие конструкторские бюро (СКБ) ведут свою деятельность на базе Института транспортных систем НГТУ им. Р.Е. Алексеева с 2009 года. Студенческие конструкторские бюро это не только команда студентов и преподавателей, работающих над решениями различного рода инженерных задач, но и площадка для развития прикладных навыков инженерного дела среди студентов. Данный проект позволяет любому студенту набирать столь необходимый для дальнейшей карьеры практический опыт инженерной работы. В связи со всем перечисленным встает вопрос об актуализации интереса к данному проекту всей аудитории НГТУ.

Актуализация среди студентов может быть достигнута различными путями, но как показывает статистика наибольший эффект достигается с помощью социальных сетей (в группе среди молодежи от 18 до 24 лет, согласно данным ВЦИОМ, 91% опрошенных заходят в социальные сети ежедневно). На данный момент самыми популярными социальными сетями среди студентов являются «ВКонтакте» и Telegram. И активность группы во «ВКонтакте» различных СКБ также является примером актуализации. Но все-таки как показывает опрос одним из самых популярных способов усваивания новой информации по-прежнему остается видеоформат. Именно этим и можно объяснить появление «Клипов ВКонтакте». Поэтому важным является организация внутренних процессов съемки своей деятельности команд СКБ, для донесения идей до новой аудитории, ведь именно на появлении интереса среди зрителей можно привлечь в команду новых заинтересованных студентов.

Важным пунктом становится и подбор нужного формата видео для интереса аудитории. Ведется постоянная разработка новых сценариев и концептов для выпусков «Инженерный дневник СКБ» (рис. 1,2). Главным акцентом в проработке новых форматов видеороликов СКБ является их актуальность для студентов, а также прозрачность и простота в объяснении. В большей степени данные вопросы решаются привлечением к основным съемкам именно студентов-инженеров СКБ.

Если рассматривать процесс подготовки видеоконтента СКБ полностью, то можно заметить, насколько положительно данный формат сказывается на обеих сторонах «общения». Работа над созданием новых видео помогает молодым инженерам грамотно ставить свои выступления и расширять возможности речевого аппарата, возможность записи нескольких дублей дает шанс всем выстраивать условную защиту проекта так, как ему хочется, а способность делать из своего выступления интересный контент для зрителей дарит им дополнительную мотивацию. Студент же, находящийся по ту сторону экрана, в свою очередь, получает интересный формат видеоконтента, который не только легко усваивается за счет его объяснения такими же студентами, но и интересно подающийся в формате видео, которое можно посмотреть в свободное время.

Суммируя все, что было перечислено, можно сказать, что видеоконтент – это наиболее перспективный способ продвижения СКБ на базе НГТУ на данный момент и его актуальность в ближайшее время будет только расти.



**Рис. 1.** «Инженерный дневник» разработка рулевой системы (Гулин Максим)



**Рис. 2.** «Инженерный дневник» разработка приборной панели (Трофимова Анастасия)

УДК 629.125

ОСИПОВ В.Ю., ИСАКИЧЕВ Д.В., БАШАРИН В.С., КУЛАГИН А.Л., ГОНЧАРОВ К.О.

## СОЗДАНИЕ ШВЕРТБОТА «ВОРЬЕН»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Данная статья посвящена швертботам, над одним из которых сейчас работает наша команда на базе Технопарка «Формула Студент». В статье изложены вводно-ознакомительные данные, дающие представления о направлении деятельности и о швертботах «Ворьен»: об истории их появления, общих характеристиках, ходовых качествах и конструкции.



**Рис. 1.** Швертбот «Ворьен»

Проект швертбота разработан в 1952 г. известным конструктором Жан-Жаком Эрбюло по просьбе навигационного центра в Гленане, которому требовался небольшой парусник для учебных целей. Заказ был на удобное и дешевое в производстве судно, несложное в эксплуатации и главное, способное выходить в море. «Ворьен» (рис. 1) в полной мере отвечает этим требованиям.

Рассчитывая на массовую постройку швертбота в заводских условиях, Эрбюло разработал очень технологичную конструкцию мореходного и остойчивого корпуса с обшивкой из 6-миллиметровой фанеры. Применены упрощенные обводы с плоским дном и скулой. Только в кормовой части днище имеет выпуклость и скула поднимается над ватерлинией.

Данные конструктивные особенности реализованы для того, чтобы при относительно острых носовых образованиях получить хороший баланс при ходе с креном (без дифферента на нос) и нормальное обтекание корпуса на полных курсах.

Непривычно выглядит набор корпуса так как отсутствуют обычные шпангоуты. Все листы обшивки раскраиваются по шаблонам и собираются в специальном стапель-кондукторе (рис. 2). Соединения с палубой по скуле и бортам выполняются на продольных рейках с помощью водостойкого клея. Металлический крепеж применяется в минимальном количестве, при сборке используются в основном струбины. Стоит отметить, что по правилам класса «Ворьен» - монотип, то есть все яхты-участники должны быть строго друг другу идентичными.

Учимся мы по направлению Кораблестроение ещё совсем мало, но уже сейчас в свободное от учебы время активно занимаемся постройкой собственного швертбота представленного класса.

Постройка идет полным ходом, немало сил пришлось приложить, чтобы найти действительно хороший и качественный материал для нашей яхты, ведь для её постройки нужно найти влагоустойчивую и прочную древесину. Наш выбор пал на доски из дуба, поскольку именно они обладают нужными нам параметрами. Благодаря этому материалу наша яхта прослужит длительное время.

Что касается сборки, то многие детали и части корпуса вырезались из фанеры на ЧПУ станке. В настоящее время, заканчиваем заниматься монтажом бортов и переходим к покрытию корпуса яхты эпоксидной смолой.



Рис. 2. Процесс постройки швертбота «Ворьен»

УДК 629.113

ПОДЛЕВСКИХ М.С., КУЛАГИН А.Л.

### **СИСТЕМА РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «MINI BAJA SAE»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

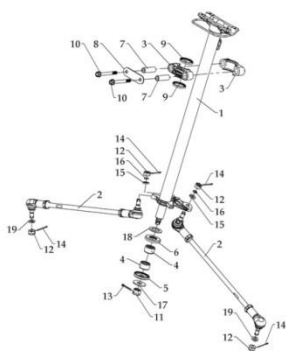
Во время разработки системы рулевого управления ключевой задачей является выбор принципа реализации данного узла. Один из экономически целесообразных вариантов - это заимствование уже существующей системы. Важно учитывать все факторы, которые могут повлиять на выбор компонентов узла. Существует несколько самых популярных готовых систем рулевого управления, которые уже применялись на автомобилях данного класса и каждая из них имеет свои преимущества и недостатки.

Система рулевого управления квадроцикла (рис.1). Это одна из самых простых систем, которые могут быть реализованы на подобных автомобилях. Основными элементами являются рулевая колонка и рулевые тяги, соединенные через сошку. Ее главные достоинства это простота реализации, маленький вес, минимальные изменения конструкции. Ее главный недостаток это значительные усилия поворота рулевого колеса, из-за большой массы автомобиля и радиуса колес.

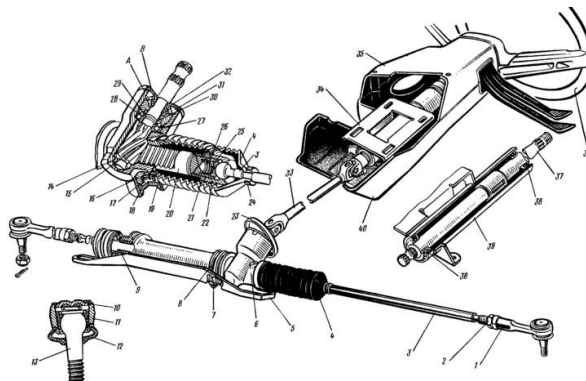
Рулевая рейка (рис. 2). Данная система представляет собой заимствованную рулевую рейку автомобиля. Данная система включает: рулевой вал с карданной передачей и рулевые тяги с шарнирными подшипниками. Реализация данной системы на автомобиле класса «MINI BAJA SAE» достаточно трудная и включает в себя немало изменений конструкции, а также множество расчётов, но при этом получается надежная система с высокими возможностями по управляемости и контролю поведения автомобиля во время заездов.

Система рулевого управления с гидроусилителем. Такой тип рулевого управления тоже может применяться в данном классе, но ряд его особенностей затрудняют использование. Маломощный двигатель, большой вес конструкции, отдельная гидравлическая система делают исполнение системы максимально сложной, но частично это компенсируется минимальными усилиями на рулевом колесе, что может давать преимущество во время заездов.

В ходе проведенных консультаций по вопросу реализации системы рулевого управления было принято решение заимствовать рулевую рейку от автомобиля ВАЗ 2108. На принятие такого решения повлиял действующий регламент 2022 года, где в основу шасси включена полноприводная конфигурация. Данная система позволит избавиться от паразитного подруливания и реализовать подвеску с большими ходами, что является необходимым для транспортного средства данного класса.



**Рис. 1. Система рулевого управления квадроцикла**



**Рис. 2. Рулевая рейка**

УДК 629.113

ПОМЕЛОВ Ф.П., КУЛАГИН А.Л.

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ВАРИАНТЫ КОМПОНОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ СПОРТИВНЫХ ПОДВЕСОК СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «FORMULA STUDENT DRIVERLESS»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Спортивный автомобиль - это совокупность сложных технологических систем, каждая из которых предназначена для выполнения определенных действий и процессов.

Задача подвески гоночного болида заключается в том, чтобы обеспечивать упругую связь между колесами и несущей системой автомобиля, уменьшение динамических нагрузок на каркас болида и колеса, а также регулирование положения автомобиля во время движения.

Подвеска автомобиля технологически сложное устройство, включающее в себя большое количество элементов, такие как: привода, ступицы, тяги, колесные диски, шарнирные соединения и амортизаторы.

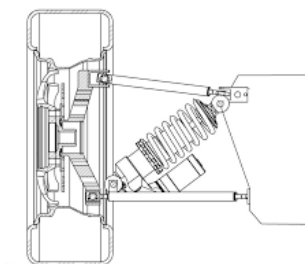
В ходе проектирования ходовой части болида класса «Formula Student» одной из приоритетных задач является разработка подвески. Подвеска спортивного автомобиля должна соответствовать требованиям регламента мероприятия:

- Минимальный суммарный ход подвески 50,8 мм, по 25,4 мм на сжатие и отбой;
- Минимальная колесная база 1525 мм;
- Наименьшая колея (передняя или задняя) болида должна быть не меньше, чем 0,75% наибольшей колеи;
- Наименьший посадочный диаметр колесного диска 8 дюймов;

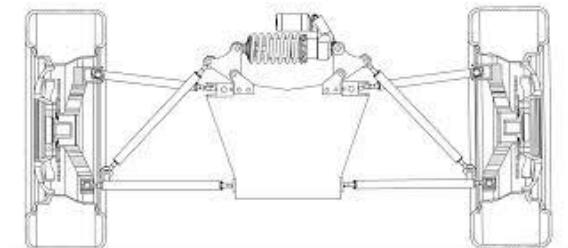
В ходе проведения анализа автомобиля других команд были рассмотрены различные варианты компоновочных решений спортивных подвесок формульного типа. На сегодняшний день на автомобилях класса «Формула Студент» применяется подвеска на двойных поперечных рычагах. В настоящее время можно выделить несколько наиболее распространенных схем расположения амортизаторов: схема с прямым действием



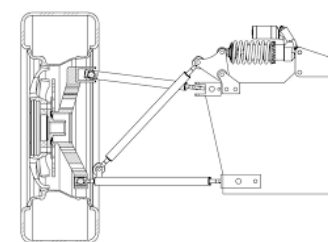
амортизатора (рис. 1), схема «Monoshock» с одним амортизатором (рис. 2), «Push rod» с толкающей тягой (рис. 3) и с «Pull rod» тянущей тягой (рис. 4).



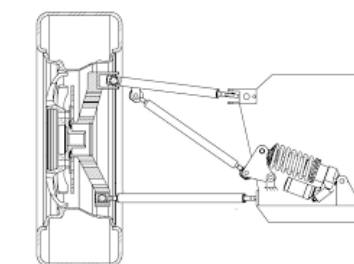
**Рис. 1. Схема с прямым действием амортизатора**



**Рис. 2. Схема с одним амортизатором (Monoshock)**



**Рис. 3. Схема с толкающей тягой (Push rod)**



**Рис. 4. Схема с тянущей тягой (Pull rod)**

УДК 629.113

ПОПОВ Ф.И., СОКОЛОВ А.А., КУЛАГИН А.Л.

## **ТРАНСМИССИЯ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «MINI BAJA SAE»**

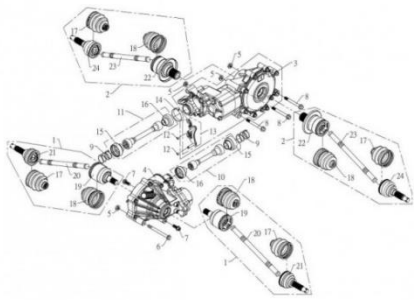
Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Разработка трансмиссии сопряжена с требованиями актуального регламента соревнований MINI BAJA SAE. Нововведение регламента 2022 года - автомобили должны иметь систему полного привода. Были рассмотрены варианты заимствования элементов трансмиссии с существующей внедорожной техники.

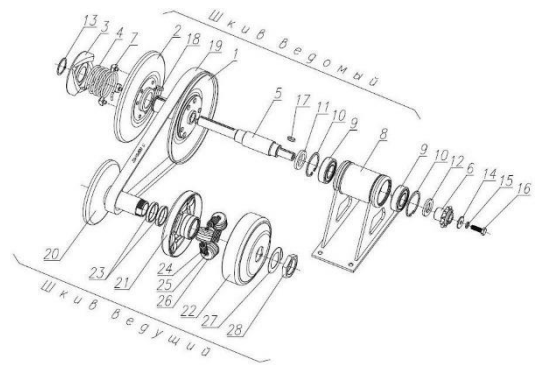
Система подключаемого полного привода квадроцикла (рис.1) - это одна из самых распространенных систем, которая может быть использована на подобных автомобилях. Основными элементами являются: передний подключаемый редуктор и задний редуктор, соединённые с двигателем через коробку передач. У данного решения есть множество недостатков, таких как наличие оборудования для подключения переднего редуктора, что обуславливает большой вес и высокую стоимость компонентов.

В ходе консультаций по вопросу реализации трансмиссии, было принято решение о разработке собственной системы полного привода. На принятие такого решения повлиял действующий регламент и недостатки системы от квадрацикла.

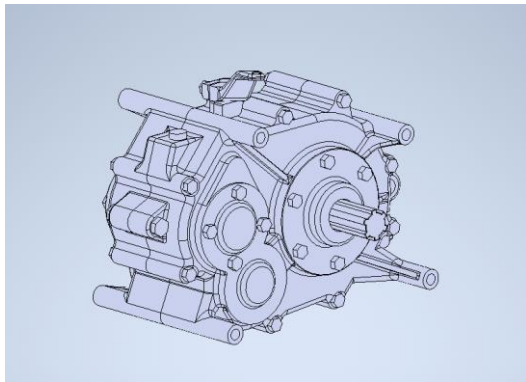
Собственная система полного привода представляет собой заимствованный вариатор «Сафари» (рис. 2), цепную передачу, раздаточную коробку от мотороллера «Муравей» (рис. 3), карданные валы, для передачи крутящего момента на переднюю и заднюю оси, и межосевые редуктора от мотоцикла «Урал» (рис. 4) и привода на колеса. Идея достаточно трудоемкая и включает в себя потребность в разработке оригинальных элементов конструкции, а также множество расчётов, но в результате получается надёжная система с доступными компонентами. На данный момент наша команда занимается моделированием отдельных компонентов трансмиссии.



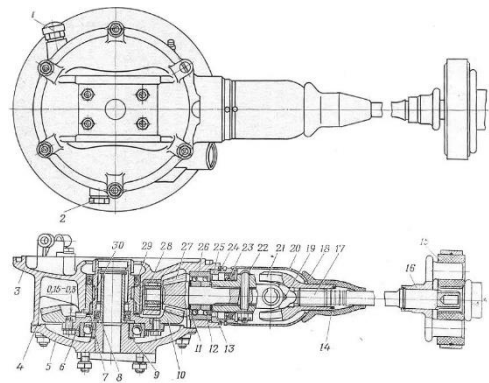
**Рис. 1. Трансмиссия квадроцикла**



**Рис. 2. Вариатор “Сафари”**



**Рис. 3. Редуктор мотороллер “Муравей”**



**Рис. 4. Редуктор мотоцикла “Урал”**

УДК 629.735

САФОНОВ А.А., ЛЕБЕДЕВА А.В., МАЛАФЕЕВ Д.А., КУЛАГИН А.Л.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА МОДУЛЬНОГО ТИПА И РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОПТИМАЛЬНОЙ КОМПОНОВКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На данный момент, применение беспилотных летательных аппаратов для нужд сельского хозяйства в Российской Федерации является крайне перспективной тенденцией. Гексакоптер AGRAS T16 в связке с дополнительным оборудованием выполняет важнейшую задачу в сельском хозяйстве – точечное опрыскивание растений, однако главным недостатком использования данного аппарата является непродолжительность процесса полива, так как в воздухе аппарат находится благодаря пропеллерам, которые вращаются с помощью электродвигателей, а энергосистема построена с использованием аккумуляторных батарей.

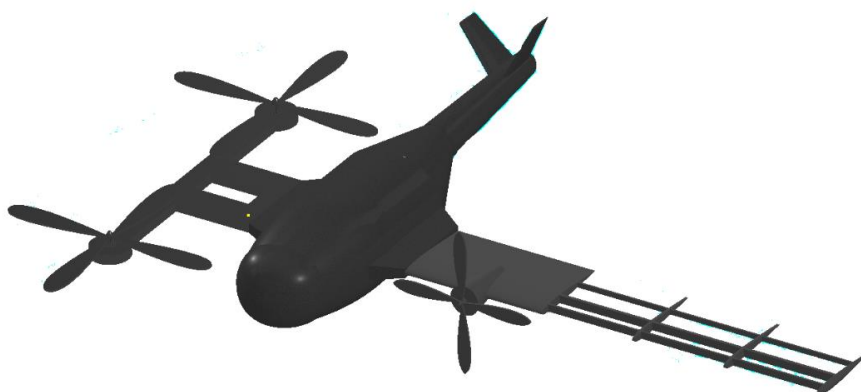
Решением проблемы повышения времени полёта с сохранением возможности адресного опрыскивания служит использование дрона самолётного и квадрокоптерного типа (модульного).

БПЛА модульного типа (рис. 1) представляет собой конструкцию состоящую из элементов, которые присоединяются к главному модулю – отсеку, в котором находится полезная нагрузка. Стыковочные части представляют собой консоли крыла в которых установлены электродвигатели, хвостовую часть с горизонтальным и вертикальным

оперением для самолётного варианта, а также раму с вертикально установленными электродвигателями для квадрокоптера.

Использование самолётного типа даёт возможность длительного полёта с меньшей затратой электроэнергии, так как подъемная сила создается при помощи профиля крыла. Проектирование оптимального профиля производится с помощью применения алгоритмов расчёта с выявлением нужной площади, удлинения и коэффициента подъемной силы. Ведётся анализ профилей из списка центрального аэрогидродинамического института, подстановка коэффициентов, полученных экспериментальным путём в прописанные в программе «MathCad» алгоритмы расчёта. Для моделирования конструкции и анализа прочностных характеристик отдельных частей аппарата используется «AutoCad» и «Autodesk Inventor».

В ходе проведённых работ были выявлены конструктивно-силовые характеристики БПЛА, изучен рынок материалов, пригодных для использования, смоделированы некоторые из узлов и агрегатов летательного аппарата.



**Рис. 1. Модульная конструкция БПЛА**

УДК 629.113

СТРЕЛЬНИКОВ В.М., КУЛАГИН А.Л.

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ СПОРТИВНЫХ БОЛИДОВ КЛАССА FORMULA STUDENT DRIVERLESS**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рулевое управление – одна из основных систем автомобиля, которая представляет собой совокупность узлов и механизмов, предназначенных для синхронизации положения рулевого колеса и угла поворота управляемых колес. Основное назначение рулевого управления для любых транспортных средств – это обеспечение поворота и поддержание заданного водителем направления движения.

В зависимости от типа редуктора системы рулевой механизм может быть реечного, червячного и винтового типа. При проектировании нашего болида, мы решили остановиться на реечном рулевом механизме, потому что данный механизм считается более современным и удобным, это устройство применимо на транспортных средствах с независимой подвеской управляемых колес. Реечный рулевой механизм состоит из корпуса механизма и передачи «шестерня-рейка». Шестерня устанавливается на рулевом валу и находится в постоянном зацеплении с рейкой. В процессе вращения рулевого колеса рейка перемещается в горизонтальной плоскости. В результате соединенные с ней тяги рулевого привода также перемещаются и приводят в движение управляемые колеса. Механизм «шестерня-рейка»

отличается простотой конструкции и высоким КПД. К ее преимуществам также можно отнести меньшее количество шарниров и тяг, компактность и невысокую цену, надежность и простоту конструкции.

При разработке рулевого управления мы опирались на регламент проведения соревнования «Formula Student Driverless»:

- Рулевое колесо должно непосредственно механически приводить в действие передние колеса.
- Допустимый свободный ход системы рулевого управления ограничен в общей сложности  $7^\circ$ , измеряемым на рулевом колесе.
- Рулевое колесо должно быть прикреплено к колонке с помощью быстрого отсоединения. Водитель должен иметь возможность управлять быстроразъемным устройством в обычном положении вождения в перчатках.
- Рулевое колесо должно находиться не более чем на 250 мм позади переднего обруча. Рулевое колесо должно иметь непрерывный периметр, близкий к круглому или близкому к овному. Профиль внешнего периметра может иметь несколько прямых участков, но не вогнутых.

Рулевая рейка должна быть механически прикреплена к шасси.

После ознакомления с регламентом и выбором типа рулевого механизма, стояла задача разработать модель рулевого механизма в трехмерном программном пакете. Ниже на рисунке 2 и 3 представлены получившиеся чертежи:

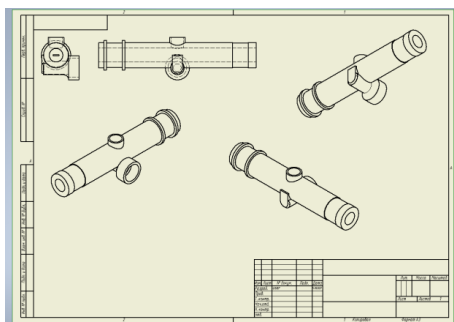


Рис. 1. Корпус зубчатой рейки

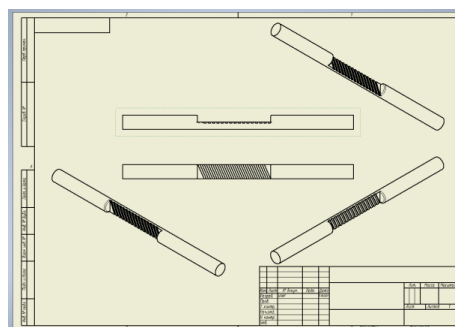


Рис. 2. Зубчатая рейка

УДК 629.113

ТРОФИМОВА А.С., КУЛАГИН А.Л.

## **РАЗРАБОТКА КУЗОВА СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА FORMULASTUDENT**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При разработке кузова следует рассматривать такую задачу, как создание формы, которая должна обеспечивать наименьшее сопротивление воздуха, а также распределение набегающего потока ветра для предотвращения потери контакта спортивного автомобиля с опорной поверхностью на высоких скоростях.

Создание кузова спортивного автомобиля класса Formula Student начинается с разработки его дизайна (рис.1). Далее, создание 3D модели кузова реализуется в программном пакете Rhino 7. Программный пакет Rhino 7 позволяет создавать, редактировать, анализировать кривые, поверхности и твердые тела, и полноценно работать с NURBS-объектами. На данном этапе учитываются все ограничения, прописанные в регламенте Formula SAE, а также следующие критерии:

1. В кузове не должно быть отверстий для входа в кабину, кроме тех, которые требуются для открытия кабины. Допускаются минимальные отверстия вокруг компонентов передней подвески и системы рулевого управления.

2. Все края кузова, которые могут соприкасаться с пешеходом, должны иметь минимальный радиус 1 мм.

3. Кузов перед передними колесами должен иметь радиус не менее 38 мм, проходящий под углом не менее  $45^\circ$  относительно направления движения вперед, вдоль верхней, боковой и нижней частей всех кромок.

4. Конструкции шасси и между шасси и опорной поверхностью должны иметь два вентиляционных отверстия диаметром не менее 25 мм в нижней части конструкции для предотвращения накопления жидкостей. Дополнительные отверстия требуются, когда в конструкции имеется несколько локальных нижних частей.

Для упрощения технологии изготовления кузовов разбивается на отдельные панели. Также предусмотрено их разделение на съемные и стационарные, т.к. в дальнейшем необходимо снятие лишь определенных частей кузова для быстрого доступа к остальным узлам и системам автомобиля.

На рис.2. представлен обтекатель кузова. Дальнейшая работа над кузовом предполагает моделирование воздухозаборников, создание модельной оснастки, матрицы и последующее изготовление кузова из углеродной ткани.

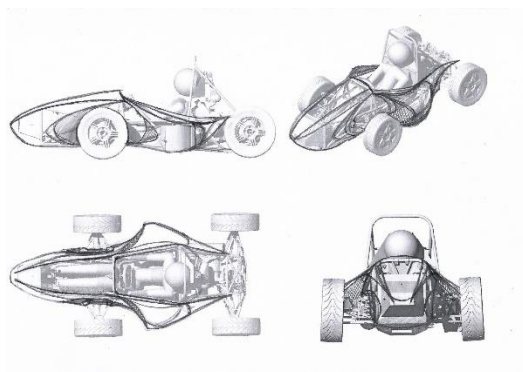


Рис. 1. Эскизный проект кузова



Рис. 2. Передний обтекатель

УДК 629.113

ТРОФИМОВА А.С., КУЛАГИН А.Л.

## ОГРАНИЧЕНИЯ ДЛЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Создание спортивного автомобиля класса «Formula Student» включает в себя разработку различных взаимосвязанных узлов и систем: системы подвески, системы торможения, рулевой узел, педальный узел, электрооборудование, рама, кузов и пр. В процессе создания спортивного автомобиля важное значение имеют развесовка по осям, расчет центра масс, точный расчет нагрузок шасси, и аэродинамика.

Аэродинамика - раздел механики сплошных сред, в котором целью исследований является изучение закономерностей движения воздушных потоков и их взаимодействия с препятствиями и движущимися телами.

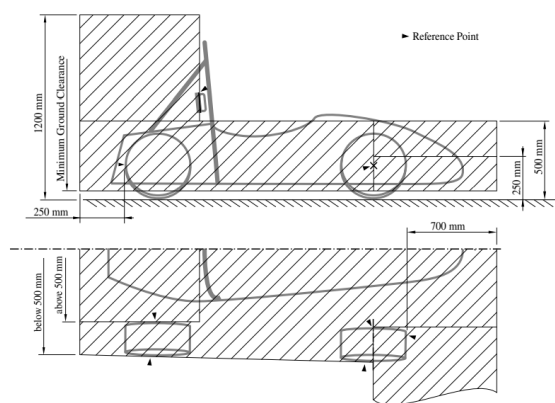
Уменьшению аэродинамического сопротивления, распределению набегающего потока воздуха, повышению управляемости и более плотному сцеплению шин с дорожным

покрытием способствуют аэродинамические элементы, такие как кузов, крылья, спойлеры. Аэродинамическими элементами называются детали спроектированные и установленные на автомобиле с целью направления потоков воздуха вокруг автомобиля, повышая прижимную силу, действующую на автомобиль и/или снижающие аэродинамическое сопротивление. Крепления не являются аэродинамическими элементами, только если специально не спроектированы выполнять те же функции.

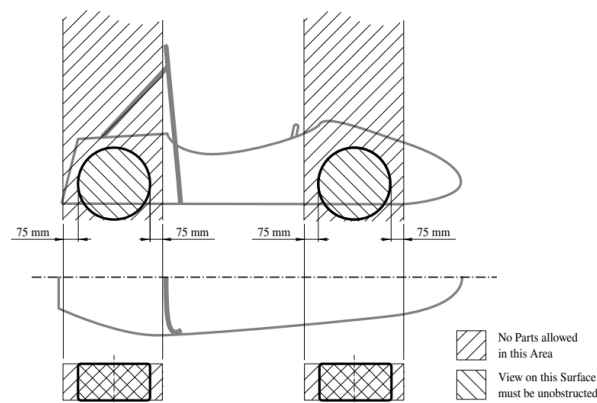
Создание аэродинамических элементов имеет ряд ограничений: ограничения по высоте, по ширине, по длине.

Все ограничения должны выполняться при прямом положении колес и при любой настройке подвески с водителем, сидящим в транспортном средстве, или без него. Максимальные размеры и расположение аэродинамических элементов наглядно представлены на рис.1.

Согласно регламенту Formula SAE спортивный автомобиль должен быть с открытыми колесами и удовлетворять требованиям, представленным на рис.2. Также важны стабильность и прочность аэродинамических элементов, что в первую очередь требования безопасности.



**Рис. 1. Максимальные размеры и расположение аэродинамических элементов**



**Рис. 2. Запретные зоны по определению автомобиля с открытыми колесами**

УДК 629.113

ТЮШОВ А.Ю., КУЛАГИН А.Л.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА MINI-BAJA**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»

В основе проектирования спортивного автомобиля класса «MINI-BAJA», для межвузовских соревнований лежит инженерный подход к разработке всех его систем. Одним из самых важных устройств любого транспортного средства тормозная система. Она оказывает влияние на самые основные характеристики, помимо проходимости: безопасность, маневренность и управляемость.

Из чего состоит тормозная система в нашем случае? Для приведения устройства в действие нужна педаль, с помощью которой оказывается необходимое усилие на главный тормозной цилиндр, наполненный тормозной жидкостью. Тормозная жидкость поступает в

цилиндр из бачка. Цилиндр с помощью трубопровода соединяется с тормозными механизмами колес. За счет создаваемого цилиндром давления активируются тормозные механизмы колес.

Согласно регламенту, система должна состоять из двух независимых друг от друга тормозных контуров, и каждый из контуров должен иметь привод от своего цилиндра. Ключевая текущая задача - это подбор деталей для последующей компоновки. Изначально я рассматривал главные тормозные цилиндры тандемного типа, но его устройство не удовлетворяло регламенту т.к. управление идет сразу двумя тормозными контурами, что исключено по требованиям регламента, в частности при возникновении аварийных ситуаций.

Для нашей задачи подходит цилиндр сцепления, управляющий только одним контуром. Изначально я сомневался в этом решении, но потом понял, что он, также как и тормозной цилиндр, является гидравлическим, и давление, нагнетаемое им, будет достаточным, чтобы создать необходимое усилие для торможения автомобиля класса «MINI-BAJA». Мной был подобран цилиндр сцепления от автомобиля ВАЗ-2101 (рис. 1). Главные его преимущества – это простота конструкции и надежность.

Еще один важный аспект устройства тормозной системы - разность тормозных усилий на переднюю и заднюю оси. Такая задача решается соединением привода цилиндров подвижной, относительно линий движения штоков поршней, осью, а педаль оказывает усилие на цилиндры через эту ось. Таким образом цилиндры жестко не соединены с педалью, и ее усилие распределяется пропорционально на оба цилиндра в зависимости массы, приходящейся на оси.

Важной задачей является и компоновка педального узла. Педаль должна передавать необходимое усилие ноги на цилиндры, поэтому к ее проектированию нужно подойти с особой внимательностью. Цилиндры было решено расположить вертикально, что способствует экономии свободного пространства (рис. 2).

Разработка тормозной системы и педального узла является одной из самых важных задач при проектировании спортивного автомобиля класса MINI-BAJA и требует, несомненно, глубоких знаний и умений в этой области.



Рис. 1. Главный тормозной цилиндр

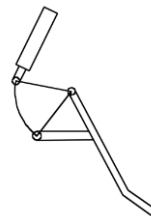


Рис. 2. Схема компоновки педали тормоза

УДК 629.113

ХОЗЕРОВ В.С., КУЛАГИН А.Л.

## **РАЗВИТИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ТРАНСМИССИЕЙ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА FORMULASTUDENT**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В ходе работы над созданием спортивного автомобиля класса Formula SAE были созданы две версии блоков управления роботизированной трансмиссии. В задачи блока входит: анализ данных, передаваемых по шине CAN, считывание угловой скорости вторичного вала КПП; прием данных от входного каскада управляющих элементов на приборной панели; управление мехатронной системой; управление двумя

электродвигателями постоянного тока; анализ данных с двух датчиков положений; логирование данных о параметрах работы системы.

Первая версия блока управления роботизированной трансмиссией в ходе работ по созданию автомобиля была признана морально устаревшей по причине невозможности внедрения в конструкцию ряда дополнительных функций, (поддержка системы clutch-by-wire), вследствие чего была изготовлена вторая версия блока. В новой версии блока был введен ряд дополнительных усовершенствований: влагозащищенный по стандарту IP-67 23-контактный коннектор, возможность надежного крепления всех имеющихся модулей на центральной плате блока управления. Появилась возможность установки радиокомпонентов для создания узлов, эквивалентных имеющимся в блоке управления первой версии съемным модулям, размещенным на печатной плате, непосредственно на печатной плате, наличие посадочных мест для платы блока управления в корпусе блока управления, аппаратная возможность реализации технологии clutch-by-wire, наличие большого количества надписей на слое шелкографии, облегчающего сборку и отладку блока управления, наличие ряда систем защиты модулей от перегрузки по току и напряжению, наличие возможности использования помехозащищенных двухканальных датчиков положения вала переключения передач, рычага сцепления, педали сцепления.

После завершения разработки блока управления и его сборки был разработан влагозащитный корпус с предусмотренными в нем выходами для разъемов.

Изображение первой версии блока управления роботизированной трансмиссией представлено на рис.1., изображение блока управления второй версии – на рис.2.

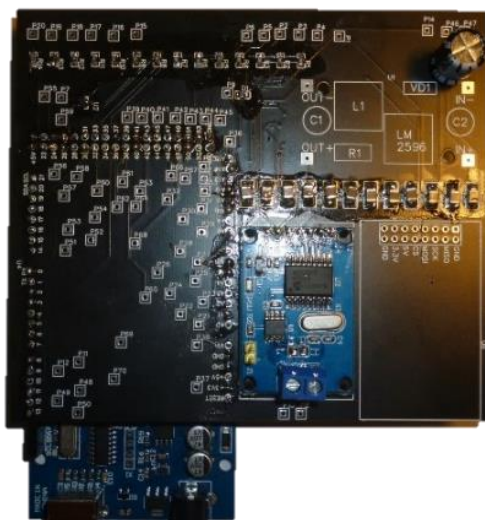


Рис. 1. Блок управления первой версии

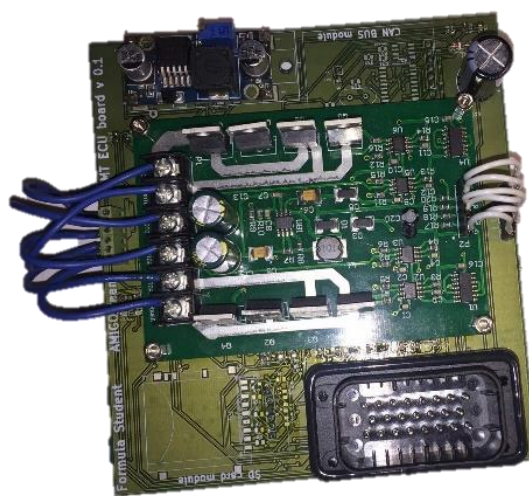


Рис. 2. Блок управления второй версии

УДК 629.113

ХОЗЕРОВ В.С., КУЛАГИН А.Л., ТРОФИМОВА А.С.

## **РАЗРАБОТКА БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ПРИБОРНОЙ ПАНЕЛЬЮ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА FORMULASTUDENT**

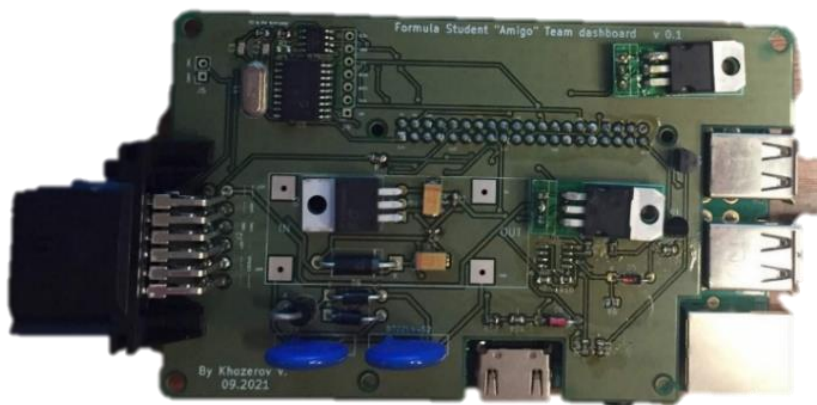
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для сбора данных о системах спортивного автомобиля класса Formula Student по шине CAN и отображения её в графическом виде на жидкокристаллическом дисплее, был разработан блок управления приборной панелью.



Для данной задачи была выбрана основа блока управления: миникомпьютер RaspberryPi 3. Наличие линий GPIO (Generalpurposeinput-output) позволяет применить в проекте любой CAN-трансивер с 3 Вольтовой логикой и принимать сообщения по шине CAN о параметрах систем автомобиля. Наличие возможности вывода данных в графическом виде позволяет использовать на приборной панели автомобиля жидкокристаллический дисплей, и информативно сообщать пилоту параметры различных систем. Встроенные модули Wi-Fi и Bluetooth позволяют блоку управления приборной панелью выполнять функцию логгера данных, фиксируя данные во внутреннюю память и вести передачу данных на компьютер или смартфон.

Во избежание повреждений компьютера блока управления приборной панелью, при включении и выключении зажигания, на печатной плате был предусмотрен микроконтроллер, цель которого – контролировать энергообеспечение одноплатного компьютера до полного его отключения. Таким образом, при отключении зажигания и при использовании резервного питания с аккумуляторной батареи, микроконтроллер сообщает компьютеру о необходимости завершения работы. После завершения всех необходимых процедур компьютер отключается, при этом напряжение на специальной ножке GPIO становится равным нулю Вольт, что является сигналом для микроконтроллера для перевода подконтрольного транзистора в режим отсечки. Вследствие этого питание на весь блок управления приборной панелью отключается. Повторная подача питания возможна только при включении зажигания тумблером. Грубое выключение, при котором питание отключается резко и незапланированно для системы может быть произведено только через главный выключатель, расположенный на боковой стенке автомобиля, приборной панели и под педалью тормоза. Данная защитная функция не противоречит правилам регламента Formula SAE 2022. Изображение блока управления приборной панелью представлено на рис.1.



**Рис. 1. Блок управления приборной панелью**

УДК 629.113

ХОЗЕРОВ В.С., КУЛАГИН А.Л., ТРОФИМОВА А.С.

## **РАЗРАБОТКА СВЕТОДИОДНОЙ ШКАЛЫ ПРИБОРНОЙ ПАНЕЛИ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА FORMULASTUDENT**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для наглядности отображения данных и быстрого их восприятия водителем на спортивном автомобиле класса «Formula Student», помимо жидкокристаллического дисплея, предусмотрена светодиодная шкала (рис. 1) для вывода частоты вращения коленчатого вала

двигателя и индикатор ошибки, сигнализирующий о критической неисправности в системе управления двигателем, трансмиссией и системе питания автомобиля.

Для расширения функционала светодиодной шкалы, упрощения конструкции печатной платы и уменьшения количества проводов, идущих к ней, были использованы адресные светодиоды. Это позволило сократить количество проводов, необходимых для работы светодиодной шкалы, до трех, упростить конструкцию печатной платы и удешевить её производство. Плата выполнена однослойной, что увеличило скорость её производства и снизило требования к материально-технологической базе для её изготовления. Светодиоды могут изменять цвет свечения и яркость как одновременно, так и по отдельности, в зависимости от команд, идущих от блока управления приборной панелью.

Обособленный от остальных светодиод требуется для отображения критических ошибок в системах автомобиля. Так как при использовании адресных светодиодов появилась возможность использовать разные цвета свечения, светодиод обозначающий ошибку может указывать не только на критические ситуации, но и менее критические ошибки, загораясь желтым цветом. Дополнительно данный светодиод, может мигать некоторое время при появлении новых ошибок, привлекая внимание пилота. Имеющиеся в системе электронные блоки управления и их функционал вкуче позволяют снизить эмоциональную нагрузку на пилота, снизить его утомляемость, предотвратить от попадания в тоннельный эффект во время гонки, повысить его эффективность на треке и увеличить уровень пассивной безопасности.



Рис. 1. Светодиодная шкала приборной панели

УДК 629.113

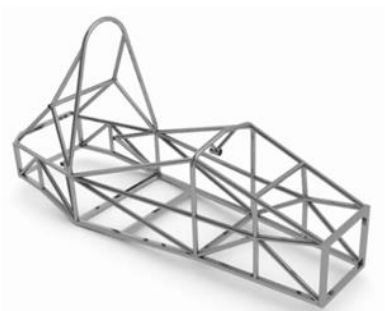
ЯХЛАКОВ А.А., КУЛАГИН А.Л.

## **МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КАРКАСА БЕЗОПАСНОСТИ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «FORMULA STUDENT DRIVERLESS»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Варианты исполнения каркасов безопасности спортивных автомобилей класса «Formula Student Driverless» подразделяются на три вида: пространственные (трубчатые) рамы (рис. 1), несущие системы из композитных материалов (рис. 2) и гибридные несущие системы (рис. 3).

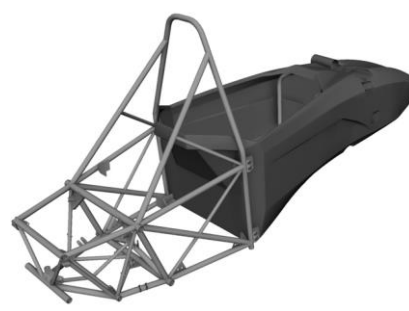
Монококи отличаются высокой жесткостью на кручение, малой массой, и высокой стоимостью производства. Пространственные рамы обладают большей массой, но имеют ряд технологических преимуществ и низкую стоимость производства. Поэтому команды, в большинстве случаев, начинают разработки своих первых болидов с использованием данного вида рам. Гибридные несущие системы являются чем-то средним между предыдущими вариантами. Основой являются композитные материалы с использованием небольшого количества металлические труб.



**Рис. 1. Пространственные (трубчатые) рамы**



**Рис. 2. Несущие системы из композитных материалов**



**Рис. 3. Гибридные несущие системы**

Для создания данного вида каркаса безопасности необходимыми являются знания о работе с металлами, поэтому необходимо изучить виды обработок металлов. Обработка металлов делится на несколько видов: механическая обработка (обработка резанием), литье, термическая обработка, обработка давлением, сварка, электрическая, химическая обработка.

При изготовлении каркаса безопасности участники используют в механическую обработку и сварку, как самые доступные и необходимые методы обработки металлов.

Первый способ обработки металлов – механическая обработка. Все виды технологий металлообработки на металлорежущих станках объединяет один основной принцип, на котором строится работа: берется острый и твердый, по отношению к заготовке, инструмент, к которому прикладывают механическое усилие. Под воздействием инструмента изменяется форма или размер заготовки.

Выделяется целый ряд способов металлообработки, основанных на механическом воздействии: точение, сверление, фрезерование, строгание, шлифование.

Другой популярной технологией металлообработки является сварка. Она заключается в соединении двух деталей теми местами, которые были нагреты до температуры плавления кромки. В итоге получается единый неразъемный объект. Наиболее используемыми видами сварки являются электросварка и точечная сварка.

При изготовлении металлических деталей необходимо различное оборудование. Зачастую все операции комбинируются и группируются для достижения наилучшего результата, снижения затрат и упрощения процессов.

# **БУДУЩЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ НАУКИ**

***Сборник материалов  
XXI Всероссийской молодежной  
научно-технической конференции,  
посвященной 105-летию  
Нижегородского государственного  
технического университета им. Р.Е. Алексеева***

Редакторы: О.В. Пугина, Е.В. Комарова, Т.В. Третьякова

Компьютерный набор Е.Ю. Мельникова

Подписано в печать 20.05.2022. Формат 60 x 84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>.  
Бумага газетная. Печать трафаретная. Усл. печ. л. 62,5.  
Тираж 50 экз. Заказ 225.

---

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Типография НГТУ.

Адрес полиграфического предприятия:  
Нижний Новгород, ул. Минина, 24.