

ТРУДЫ НГТУ им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА

2016 №3

УДК 537.86

Л.Г. Бляхман, В.П. Морозов, В.В. Тютин
**ДИНАМИКА СОЛИТОНОВ ДАВЫДОВА-СКОТТА ПРИ ПРОСТРАНСТВЕННО-
СКОРОСТНОМ СМЕЩЕНИИ КОМПОНЕНТ**

Цель работы: Исследована динамика двухкомпонентных (векторных) солитонов Давыдова-Скотта (ДС) при пространственно-скоростном рассогласовании высокочастотных (ВЧ) и низкочастотных (НЧ) компонент. Рассмотрение проведено в рамках Захаровского типа системы двух связанных уравнений для ВЧ и НЧ поля. В этой системе ВЧ поле описывается линейным уравнением Шредингера с переменным во времени и пространстве потенциалом, вызванным НЧ компонентой. НЧ компонента в этой системе описывается уравнением Буссинеска/Кортевега-де-Вриза со слагаемым квадратичного (стрикционного) воздействия ВЧ поля.

Результат: Аналитически с применением метода интегральных моментов волнового поля найдена частота пространственно-скоростных колебаний ВЧ и НЧ компонент солитона ДС. Аналитические результаты подтверждаются численным счетом.

Научный подход: Исследование проведено как численно, так и аналитически.

Новизна: Результаты исследования новые и могут иметь приложение для исследования и описания взаимодействия нелинейных НЧ и ВЧ импульсов.

Ключевые слова: линейное уравнение Шредингера, уравнение Буссинеска, уравнение Кортевега-де-Вриза, солитон, дисперсия, нелинейность, численное моделирование

УДК 510

В.М. Галкин
МАТЕМАТИК ИЗУЧАЕТ ФИЗИКУ

Аннотация. Настоящая статья носит дискуссионный характер и касается вопросов обучения и усвоения знаний, предлагаемых в вузах. Речь пойдет о трудностях, испытываемых некоторыми людьми при изучении курса физики.

Ключевые слова: энтропия, дифференциальная форма, полный дифференциал, идеальная жидкость, уравнение Эйлера.

УДК 519.243

Д. Е. Красильников
**АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ВЫБОРОЧНОЙ ДЕТЕРМИНАЦИИ
В MS-EXCEL**

Аннотация. Рассматривается коэффициент выборочной детерминации как критерий однородности выборок в социально-экономических исследованиях. Приводится геометрическое доказательство закона разложения дисперсии, предлагается алгоритм вычисления коэффициента выборочной детерминации в MS-Excel, рассматривается случай, когда закон разложения дисперсии не выполняется, показана связь между коэффициентом выборочной детерминации и эмпирическим корреляционным отношением.

Ключевые слова: коэффициент выборочной детерминации, закон разложения дисперсии, MS-Excel, критерий однородности выборок, дисперсионный анализ, эмпирическое корреляционное отношение.

УДК 629.11.012.553

Махфуд Биалал Ахмед Мохаммед

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СРЕДА РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННО-РАСЧЕТНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Аннотация. Предлагается программный инструментарий для разработки так называемых информационно-расчетных приложений, ориентированных на автоматизацию решения задач компьютерной бухгалтерии, делопроизводства, банковской деятельности, статистики, информационного поиска и т.п. Программный инструментарий включает в себя шаблоны интерфейса, формульный интерпретатор, генераторы экранных форм и меню-диалога.

Ключевые слова: инструментальные средства, диалоговые системы, информационно-расчетные задачи.

УДК 621.314

А.И. Байков, В.Г. Титов

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТРЁХОБМОТОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА МОЩНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ ДЛЯ СУДОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Цель: разработка схем замещения мощного трёхобмоточного трансформатора блока выпрямителя судовой энергетической системы с различной детализацией процессов намагничивания.

Методы: матричные методы анализа электрических и магнитных цепей, аналитическая аппроксимация кривых намагничивания.

Вывод (результаты): получены дифференциальные уравнения, описывающие электромагнитные процессы в трансформаторе выпрямителя с различной степенью детализации процессов намагничивания, в том числе с учётом насыщения трансформатора; предложены схемы замещения, построенные на основе применения взаимных индуктивностей и предусматривающие гальваническую развязку первичной и вторичной цепей. Показана возможность определения схем замещения на основе доступных справочных и расчётных данных, приведены расчётные временные диаграммы характерного нагрузочного режима.

Применение: анализ нагрузочных и аварийных режимов выпрямительного блока судовой энергетической системы.

Ключевые слова: математическое моделирование, трансформатор, схема замещения, кривая намагничивания, аналитическая аппроксимация.

УДК 621.039

С.С. Бородин, А.Л. Буров, А. В. Варенцов, А. Д. Ершов, А.Н. Пронин

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ТВСА С ПЕРЕМЕШИВАЮЩЕЙ РЕШЕТКОЙ ТИПА «ПОРЯДНАЯ ПРОГОНКА» РЕАКТОРА ВБЭР-300

Аннотация. Представлены экспериментальные данные по исследованию гидродинамики потока теплоносителя в ТВСА реакторов ВБЭР-300 с перемешивающей решеткой типа «порядная прогонка». Исследования проводились моделированием течения потока в ТВСА на аэродинамическом стенде. Целью работы являлось определение влияния перемешивающей решетки типа «порядная прогонка» на гидродинамические характеристики потока в области направляющего канала. Полученные данные позволили выявить особенности течения теплоносителя в области направляющего канала за перемешивающей решеткой типа «порядная прогонка» в ТВСА реакторов ВБЭР-300.

Ключевые слова: атомные станции средней мощности, ядерный реактор, тепловыделяющая сборка, перемешивающая решетка типа «порядная прогонка», гидродинамика, теплообмен.

УДК 621.039

А.А. Добров, К.А. Мартынова, Ю.А. Фадеева, А.Е. Хробостов
ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ CFD-КОДОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ТВС-КВАДРАТ РЕАКТОРА PWR

Аннотация. Приведены результаты моделирования теплогидравлических процессов потока в ТВС реактора типа PWR за перемешивающими дистанционирующими решётками, снабжёнными различными дефлекторами. Исследования данных процессов проводились в программном комплексе Ansys CFX. Анализ результатов исследования течения теплоносителя в пучках твэлов ТВС-КВАДРАТ позволяет выявить ряд особенностей, важных для оценки эффективности перемешивающих решёток. Полученные результаты используются для уточнения теплогидравлических характеристик потока теплоносителя при обосновании теплотехнической надёжности активных зон реакторов PWR.

Ключевые слова: ядерный реактор, тепловыделяющая сборка, теплогидродинамика теплоносителя, перемешивающая дистанционирующая решётка.

УДК 621.372.2

К.И. Кисиленко, М.С. Мякишева, Е.П. Тимофеев
РАЗРАБОТКА ТРЕХКАНАЛЬНОГО ДЕЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ СВЧ ДИАПАЗОНА

Аннотация. Представлены результаты моделирования и расчета параметров трехканального делителя мощности СВЧ диапазона. В основе конструкции лежит кольцевой делитель - мост Уилкинсона. Моделирование и расчет электрических параметров делителя проводился с помощью пакета программ численного моделирования. Моделирование устройства в диапазоне 3.15 – 4.05 ГГц позволило оптимизировать конструкцию и значительно улучшить электрические характеристики делителя мощности СВЧ.

Ключевые слова: делитель мощности, кольцевой делитель, мост Уилкинсона, СВЧ диапазон, LTCC, моделирование, САПР, CSTStudio, HFSS.

УДК 378.14

А.И. Кононов
ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ HTML5 АНИМАЦИИ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Аннотация. Рассмотрен опыт внедрения современных онлайн-сервисов в практику преподавания общей физики в Институте ядерной энергетики и технической физики НГТУ им. Р.Е. Алексеева для решения вопросов организации внеаудиторной контролируемой самостоятельной работы студентов, создания фонда оценочных средств, тестирования технологий различных видов оценивания.

Ключевые слова: самостоятельная работа студентов, внеаудиторное обучение, технологии оценивания, мультимедийные наглядные пособия, мультимедийные уроки.

УДК 621.317

Г.И. Коробко, И.Г. Коробко
УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ
ПРИ ПЕРЕМЕННОЙ ЧАСТОТЕ ПИТАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

Цель: Разработка и исследование устройства для измерения токов и мощностей, потребляемых нагрузкой от генераторных агрегатов с изменяемой частотой вращения.

Методы исследования: Аналитический расчет и моделирование в пакете Matlab Simulink.

Результаты: Разработана схема устройства для определения активных и реактивных токов при изменении частоты питающего напряжения на базе пассивных элементов,

обеспечивающая высокую точность измерения базовых параметров для вычисления мощностей, отдаваемых или потребляемых источниками или потребителями соответственно.

Выводы: Предложенное устройство обеспечивает высокое быстродействие и точность измерения параметров в автономных электрических системах, обладает простотой и надежностью. Модель устройства измерения может быть применена при моделировании систем управления автономными электростанциями и другими электрическими объектами.

Ключевые слова: генераторный агрегат с изменяемой частотой вращения, параллельная работа генераторов, активная мощность, реактивная мощность, устройство измерения.

УДК 621.3

А.Б. Лоскутов, А.А. Лоскутов, Д.В. Зырин
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ГИБКОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ, ОСНОВАННОЙ НА
ГЕКСАГОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЕ

Аннотация. Рассмотрены интеллектуальные технологии в распределительном электросетевом комплексе, которые должны решать задачи повышения надежности электроснабжения потребителей, живучести и управляемости систем электроснабжения, снижения потерь электроэнергии, увеличения продолжительности межремонтного эксплуатационного периода, уменьшения ущерба от аварий и отключений, повышения энергоэффективности и качества электрической энергии. Исторически существующие распределительные сети среднего напряжения не были приспособлены к большим перетокам мощности и смене конфигурации сети в зависимости от режима работы, поэтому построение интеллектуальных энергоэффективных систем электроснабжения в существующих радиально-магистральных топологических решениях не является целесообразным. Предложен инновационный способ распределения электрической энергии по гексагональной топологии, определены класс напряжения и режим заземления нейтрали для сети, проведены модельные эксперименты аварийных режимов, предложен тип релейной защиты сети.

Ключевые слова: гексагональная сеть, класс напряжения, режим заземления нейтрали, ток короткого замыкания, режимы работы, алгоритм релейной защиты, Smart Grid.

УДК 621.314

В.Г. Титов, А.И. Байков, А.Б. Баландин, И.А. Батырев, Д.В. Умяров
АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ В ВЫПРЯМИТЕЛЕ
ДЛЯ СУДОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация. Представлены результаты применения математического моделирования для анализа электромагнитных процессов в мощном двенадцатипульсном выпрямителе судовой энергетической системы.

Цель: Отработка методики применения математического моделирования для анализа электромагнитных процессов в мощном выпрямителе судовой энергетической системы с трёхобмоточным трансформатором.

Методы: Матричные методы анализа электрических и магнитных цепей, аналитическая аппроксимация кривых намагничивания, программирование в среде МАТЛАБ.

Вывод (результаты): Применены методы формирования и интегрирования дифференциальных уравнений, описывающие электромагнитные процессы в выпрямителе с учётом возможного насыщения трансформатора; разработан интерфейс МАТЛАБ, обеспечивающий возможность использования программ моделирования сторонними пользователями.

Пример: Показано определение входного описания схемы выпрямителя на 5400 кВА, проведён анализ характерных аномальных режимов, подтверждающие необходимость учёта процессов насыщения трансформатора.

Применение: Анализ электромагнитных процессов блока преобразования переменного тока в постоянный судовой энергетической системы.

Ключевые слова: судовая энергетическая система, математическое моделирование, трансформатор, схема замещения, кривая намагничивания, аналитическая аппроксимация, среда программирования МАТЛАБ.

УДК 629.113

О.В. Воронков, В.И. Песков

КОЭФФИЦИЕНТ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАТЕРИАЛА ПО РЕАЛЬНОЙ МАССЕ И МЕТОДИКА ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Аннотация. На начальном этапе проектирования кузовной конструкции колесного транспортного средства одним из важных аспектов является выбор конструкционных материалов. Для тонкостенных деталей существенной особенностью, влияющей на весовую и стоимостную эффективность, является дискретность толщин листового материала, из которого они изготавливаются. Спрогнозировать эффект от замены базового материала на новый с учетом указанной особенности позволяют ранее разработанные авторами коэффициенты эффективности и методика [1, 2]. В развитие упомянутой методики в данной работе на основе методов теории вероятностей выводятся новые зависимости для коэффициента эффективности и вспомогательных величин, позволяющие сделать более точный и достоверный прогноз и определить его вероятностные характеристики. Также предлагается новая методика, дополняющая существующую, для применения выведенных зависимостей. Отличительной особенностью разработанной методики является возможность выявления увеличенного количества допустимых вариантов материалов на замену базовому за счет учета тех материалов, которые могут обеспечить заданные показатели с вероятностью ниже доверительной.

Ключевые слова: эффективность материала, дискретность толщин листов, вероятность, методика выбора, проектирование.

УДК 658.011.56

А.В. Запорожцев

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Аннотация. При разработке больших программных систем, кроме разработки архитектуры программной системы, важное значение имеет этап проектирования отдельных программных комплексов. На этом этапе необходимо сохранить целостность программной системы и определить требования будущих пользователей к проектируемому программному комплексу. Рассмотрена технология проектирования программного комплекса на основе уточнения архитектурного описания программной системы. Важным элементом этой технологии является разработка экранных форм программных модулей, что обеспечивает наглядное отображение требований пользователей.

Ключевые слова: программная система, архитектура программной системы, программный комплекс, программный модуль, экранная форма, требования пользователей.

УДК 629.113

З.А. Кострова, А.В. Михеев, М.Е. Бушуева, В.В. Беляков, С.Н. Митяков
УТИЛИЗАЦИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ И БЕЗВОЗДУШНЫХ ШИН

Аннотация. Приведены причины необходимости переработки и утилизации пневматических шин, их состав и свойства, рассмотрены примеры регулирования вопросов утилизации в разных странах, расчет дохода от переработки одной тонны шин, представлены способы восстановления шин и экономический эффект от использования восстановленных шин, а

также их потребление в ряде стран. Описаны способы переработки изношенных шин, приведен пример полуавтоматической линии переработки пневматических шин, а также направления вторичного использования резиновой крошки и шин, вышедших из употребления. Рассмотрены конструкционные особенности непневматических (безвоздушных) шин и способы их переработки и утилизации. Целью статьи является сравнение утилизации и способов вторичного использования пневматических и непневматических шин.

Ключевые слова: пневматические шины, непневматические (безвоздушные) шины, утилизация шин, переработка шин, Риф Осборна, свалки шин, состав шин, налоговые и утилизационные сборы использованных автомобильных покрышек, состав и структура пневматической и непневматической (безвоздушной) шины, восстановление шин, переработка шин, экономический эффект от использования восстановленных шин, полуавтоматическая линия по переработке шин, резиновая крошка, полиуретаны.

УДК 621.791

И.К. Козлов, А.С. Трофимов

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ КОНТАКТНОЙ СТЫКОВОЙ СВАРКИ СОПРОТИВЛЕНИЕМ КРУГЛОЗВЕННЫХ ЦЕПЕЙ

Аннотация. Произведена систематизация основных видов дефектов, возникающих в процессе гибки и сварки звеньев круглозвенной цепи, исследованы причины их возникновения, а также описаны методы их устранения. Данное исследование позволит значительно сократить время и средства на поиск причин, вызывающих дефекты, а также снизить общий их объем, что значительно повысит как объем выпуска продукции, так и его качество.

Ключевые слова: контактная стыковая сварка, дефект, сварное соединение, круглозвенная цепь.

УДК 629.113

В.С. Макаров, Д.В. Зезюлин, А.М. Беляев, П.О. Береснев, В.И. Филатов, В.В. Беляков

КЛАССИФИКАЦИЯ БЕРЕГОВЫХ ЗОН КАК ПОЛОТНА ПУТИ ДЛЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ

Аннотация. Рассматривается необходимость движения транспортно-технологических машин и робототехнических комплексов по береговым зонам. Приведена их классификация с точки зрения этих поверхностей как полотна пути. Выделены следующие классификационные группы: с точки зрения геологии, с точки зрения теории движения транспортных средств, по размерам водного объекта, по типу грунта, по наличию растительности, при движении в зимнее (снежное) время года, по наличию подъезда и съезда к берегу, по наличию и размеру поперечного уклона, по постоянству характеристик движения, по изменению влажности в зависимости от близости к воде, по изменчивости во времени, с точки зрения формирования.

Ключевые слова: прибрежная зона, классификация, автономный мобильный робототехнический комплекс.

УДК 629.12

Нгуен Нгок Тан

НАКЛОНЕНИЯ ВОДОИЗМЕЩАЮЩЕГО СУДНА НА ПРОДОЛЬНОМ ВОЛНЕНИИ ПРИ ДЕЙСТВИИ КРЕНЯЩЕГО МОМЕНТА

Цель: Исследование движения водоизмещающего судна на продольном волнении при действии кренящего момента.

Метод: При действии кренящего момента на судно, двигающееся на продольном волнении, возникают наклоны по крену и дифференту. Движения судна описано по методу «ДИНАМИКА» системой уравнений. Расчет был выполнен по численному методу Рунг-Кутты 4 порядка с помощью ПЭВМ.

Результаты: По результатам расчетов угол крена судна на продольном волнении зависит от скорости хода судна, курсового угла на волнении и значения приложенного кренящего момента. Максимальное значение угла крена не только зависит от динамического кренящего момента, но и от параметрического резонанса.

Выводы: Полученные результаты в этой работе дают возможность оценки поперечной устойчивости судна на продольном волнении. При действии динамических нагрузок на небольшое по длине судно, расчет устойчивости нельзя выполнить по мгновенной диаграмме устойчивости. По результатам расчета, экипаж сможет выбрать скорость хода, креновый угол волнения с целью уменьшения опасности опрокидывания и заливаемости.

Ключевые слова: кренящий момент, устойчивость, крен, дифферент, динамическая нагрузка.

УДК 621.787

Н.М. Тудакова, В.В. Крайнов
ДОРН ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ
ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Аннотация. Приведена новая конструкция и теоретические исследования формирования упрочненного поверхностного слоя внутренних цилиндрических поверхностей.

Ключевые слова: качество, отверстие, дорн, упрочнение.

УДК 629.113

В.Ю. Шурьгин, Л.Н. Орлов, А.С. Вашурин
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ ОПОР КАБИНЫ
ЛЕГКОГО КОММЕРЧЕСКОГО АВТОМОБИЛЯ

Аннотация. Представлены результаты испытаний элементов крепления кабины к раме автомобиля категории N1. В качестве объекта исследования выбран автомобиль ГАЗ А21R22 NEXT. В ходе экспериментального исследования получена горизонтальная и вертикальная характеристика жесткости резино-металлического элемента крепления кабины к раме автомобиля. Полученные характеристики могут быть использованы для последующего применения в конечно-элементном расчете прочности несущих систем легких коммерческих автомобилей ГАЗ.

Ключевые слова: испытания, резино-металлический элемент, жесткость.

УДК 629.12.001

М.Э. Францев, О.В. Зайцев, И.Д. Золотаренко
МОДЕЛЬ ПРОЕКТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЧНОСТИ НАДСТРОЙКИ ИЗ
КОМПОЗИТОВ ПАССАЖИРСКОГО СУДНА НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ

Аннотация. Проектирование надстройки из полимерных композиционных материалов для пассажирского судна на подводных крыльях (далее СПК), как элемента судна, неразрывно связано с проектированием самого судна. Надстройка входит в подсистему «Корпус» в качестве подсистемы. Оптимизация конструкции надстройки СПК из композитов напрямую связана с оптимизацией всего судна. Критерием экономической эффективности СПК является условие минимизации расхода топлива на перемещение 1 т дедвейта (полезной нагрузки) на 1 км пути. Минимизация водоизмещения порожнем пассажирского СПК обеспечивается за счет обеспечения минимизации массы корпуса (в состав которого входит и

надстройка) при прочих равных других статьях весовой нагрузки при необходимости обеспечения характеристик его прочности. Модель проектного обеспечения прочности надстройки из композитов пассажирского судна на подводных крыльях с использованием численных методов включает следующие этапы: определение внешних нагрузок от общего изгиба, декомпозицию подсистемы «Корпус», определение исходных матричной и армирующей фаз композита, схем армирования, технологии изготовления надстройки СПК, материалов и схем, и способов закрепления закладных деталей надстройки, разработку конструктивно-силовой схемы и схемы взаимного расположения элементов надстройки СПК из композитов, разработку 3D-модели надстройки СПК из композитов численными методами, проверку прочности элементов надстройки СПК из композитов и оптимизацию конструкции. При анализе результатов произведенных расчетов можно видеть, что прочность надстройки обеспечена во всех расчетных случаях.

Ключевые слова: проектная модель, прочность, судно на подводных крыльях, надстройка из композитов, внешние нагрузки, общий изгиб, численные методы.