

Информатика, вычислительная техника и управление

РАЗРАБОТКА АППАРАТНОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦИФРОВОГО ТАХОМЕТРА С ФУНКЦИЯМИ БОРТОВОГО КОМПЬЮТЕРА

Г.В. Петрухнова, Д.А. Ерко, К.В. Давлетшин, А.А. Чёлник, И.А. Храповицкий

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация: представлены структурная схема и возможности тахометра с функциями бортового компьютера. Показана актуальность разработки данного устройства. Представленный тахометр обладает следующими возможностями: измерение частоты генератора и приведение ее к частоте вращения коленчатого вала; индикация частоты с помощью семисегментного индикатора; индикация частоты с помощью светодиодной линейки; измерение и индикация температуры трех зон (улица, салон, двигатель); энергонезависимые часы; измерение напряжения сети; регулировка яркости индикаторов; ряд потребительских функций (сигнализация о высоких температурах двигателя и др.). Для реализации тахометра использован микроконтроллер ATmega88 в корпусе типа TQFP. Разрабатываемый программный модуль обеспечивает следующие режимы работы устройств и порядок их переключения: Тахометр → Температура внутри → Температура снаружи → Температура двигателя → Напряжение → Часы. Управляющая программа микроконтроллера выполняет и поддерживает следующие функции устройства: тахометр; часы; измерение температуры двигателя; измерение температуры улицы; измерение температуры салона; измерение напряжения аккумуляторной батареи. Программное обеспечение реализовано на языке C в среде AVR Studio. Обмен данными между микроконтроллером и микросхемой реального времени организован с использованием протокола I2C. Шина SPI использована для программирования микроконтроллера. Шина 1-Wire позволяет связать интегральные датчики температуры DS1820 с микроконтроллером через последовательный порт. Представлены ограничения и преимущества разработанного устройства

Ключевые слова: цифровой тахометр, двигатель, аккумуляторная батарея, бортовой компьютер, микроконтроллер, управляющая программа микроконтроллера, цифровой сигнал, АЦП, датчик

АНАЛИЗ СХОДИМОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ АЛГОРИТМА ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ ИСПОЛНИТЕЛЬ-КРИТИК A2C

В.В. Кашко, С.А. Олейникова

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация: способность алгоритма глубокого обучения с подкреплением к сходимости и устойчивому функционированию является залогом качественного выполнения возложенных на него задач. Непредсказуемость и многофакторность окружающего мира налагают серьезные ограничения, связанные с существованием корреляции между результатом выполнения и множеством параметров метода, каждый из которых оказывает определенное, но в большинстве случаев непредсказуемое воздействие. В контексте прикладных задач данный факт проявляется в сложности выявления и настройки значимых показателей алгоритма, способных гарантировать стабильное и устойчивое функционирование. Использование глубокого обучения с подкреплением в реальных приложениях подразумевает online взаимодействие с окружающей средой. Применение аппарата нейронных сетей для обобщения входных данных сопряжено с увеличением числа факторов и возрастанием сложности анализа системы. Объектом исследования являлся агент, реализующий метод глубокого обучения с подкреплением Advantage Actor Critic или A2C (исполнитель-критик). В качестве предмета исследования рассматривались факторы, влияющие на сходимость и устойчивость функционирования соответствующего алгоритма. Агент, помещенный в среду OpenAI gym CartPole-v0, в процессе решения задачи стабилизации перевернутого маятника, в определенный момент времени подвергался выборочному изменению конкретного параметра при постоянстве значений остальных. В результате были получены графики распределения суммарного вознаграждения за указанное количество эпизодов, используемые в качестве метрики качества, демонстрирующей влияние предпринятого изменения. Они позволили исследовать сходимость и устойчивость алгоритма A2C и выявить факторы, влияющие на эти характеристики

Ключевые слова: глубокое обучение с подкреплением, исполнитель-критик, нейронные сети, устойчивость алгоритма, гиперпараметры

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СПОРТИВНОГО РАСПИСАНИЯ ОНЛАЙН

К.Н. Безуглый, А.В. Барабанов, В.В. Сафронов

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация: исследуется процесс разработки веб-приложения для формирования и дальнейшего мониторинга спортивного расписания. Рассматривается процесс проектирования и создания веб-приложения, предназначенного для спортивных организаций, тренеров и спортсменов. Также анализируются особенности проектирования интерфейса, управления данными о расписании, реализации уведомлений и адаптивного дизайна. Веб-приложение разрабатывается на основе технологии Angular. Данная программа использует обширную коллекцию хорошо интегрированных библиотек, которые охватывают широкий спектр функций, включая управление формами, маршрутизацию, взаимодействие между клиентской и серверной частями и многое другое. Приложение сделано однопользовательским для упрощения работы сотрудников и спортсменов. Им не нужно вводить свои личные данные в профиль. Чтобы внести себя в соревновательную базу, можно заполнить данные диалогового окна. Когда пользователь входит в систему, ему предоставляется возможность просматривать, добавлять, редактировать, удалять данные. Также в интерфейсе реализованы: сайдбар с возможностью открытия и закрытия, навигация со ссылками на разделы (Календарка, Ответственный человек, Спортивная дисциплина, Статистика по людям), таблица с данными о людях и действиями, кнопки для открытия диалоговых окон и компоненты диалоговых окон. Представленный подход поможет улучшить организацию спортивных мероприятий, повысить эффективность тренировок и упростить взаимодействие между участниками спортивного сообщества

Ключевые слова: UML-диаграмма, Angular, FrontEnd, BackEnd, сайдбар

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ РАСЧЕТА АНАЛИТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Е.В. Колыхалова, С.Л. Подвальный, Д.К. Проскурин, Т.А. Голикова

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация: обосновывается необходимость разработки подсистемы аналитических показателей и программной реализации решения для автоматизации расчета, описания и повторного использования показателей расчета рейтинга при автоматизации системы оценки работы вуза как в разрезе подразделений, так и в целом. Высшие учебные заведения регулярно сдают большое количество аналитических отчетов в Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. Эти отчеты необходимы для контроля качества образовательного процесса, оценки эффективности деятельности вузов и распределения финансирования. Проведение оценки качества оказания образовательных услуг, качества работы подразделений вуза, а также оперативная подготовка отчетности в вышестоящие органы чрезвычайно трудоемки. Для облегчения подготовки отчетности и сокращения трудоемкости оценки качества образовательного процесса требуется разработать автоматизированную систему аналитических показателей. Подсистема аналитических показателей должна предоставлять возможность оперативной подготовки отчетов и повторного использования показателей, применяемых при подготовке формул рейтингов. Аналитические системы позволяют организациям эффективно управлять данными, выявлять закономерности, прогнозировать тенденции и оптимизировать бизнес-процессы. Обосновывается выбор программной среды разработки программного модуля, а также описание основных объектов разработанной подсистемы

Ключевые слова: аналитические показатели, информационная система, цифровизация университета

ДИНАМИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ МЕЖДУ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ ЦЕНТРА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

В.П. Мочалов, Г.В. Слюсарев, Н.Ю. Братченко, Д.В. Гостева

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия

Аннотация: рассматривается разработка динамического алгоритма распределения и балансировки нагрузки, характеризуемой нелинейными параметрами и фрактальной структурой, между вычислительными ресурсами центров обработки данных облачных сред (ЦОД). Дано обоснование применения методов нелинейной динамики и теории хаоса к решению данной задачи, в основу которой положено топологическое сходство поведения детерминированных хаотических систем и входной сетевой нагрузки ЦОД. Проверка на хаотичность нагрузки выполнена путем расчета показателей Ляпунова. Для устранения шумовых компонент сетевого трафика применен метод главных компонент его временного ряда. Задача реконструкции фазового пространства решена методом задержек, в основе которого лежат теорема о вложении и метод средней взаимной информации. На базе данной реконструкции разработан метод прогнозирования динамики нагрузки, представленный в виде системы дискретных отображений, связанных алгебраическим полиномом, обеспечивающим успешное прогнозирование нерегулярных временных рядов и положенных в основу построения матрицы распределения ресурсов ЦОД. Целью статьи является повышение эффективности использования ресурсов серверов кластеров ЦОД в условиях фрактальной структуры сетевой нагрузки путем разработки динамического алгоритма ее распределения и балансировки на основе методов нелинейной динамики

Ключевые слова: распределение нагрузки, нелинейная динамика, прогноз, локальная аппроксимация

МЕТОД МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ПРАВИЛЬНОГО РАСЧЕТА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

К.Е. Кононенко, А.В. Кононенко

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация: когда необходимо наилучшим способом спроектировать асинхронный двигатель, в них следует обратить особое внимание на моделирование электромагнитного поля. На сегодня таким методом является численный метод конечных элементов. Умение рассчитывать электромагнитное поле во многом определяет результирующий эффект успешного проектирования электрической машины, когда ее параметры будут полностью соответствовать данным технического задания. Метод конечных элементов позволяет сделать процесс моделирования наглядным, выполнить его быстро и с хорошей точностью. Кроме метода конечных элементов существует еще традиционный метод, основанный на схемах замещения и круговых диаграммах асинхронной машины, однако он намного менее точный, чем метод конечных элементов. Существует метод, которым можно пользоваться без большой потери в точности расчетов. Для этого необходимо из проверенных данных многолетних расчетов авторов построить график, отражающий подмеченную закономерность. Построенный график позволяет работать с данными более свободно. Таким способом можно получить в обоснованных случаях следующие преимущества: уменьшение материальных средств на приобретение дорогостоящих программ, реализующих метод конечных элементов. Вместо того, чтобы каждый раз производить расчеты методом конечных элементов, можно просто воспользоваться уже имеющимися результатами. Оцениваем потерю точности по сравнению с самим методом конечных элементов как двойную. Основываясь на практическом опыте, ожидаем увеличение погрешности вычислений с 1 % до 2 %. Экономия времени, затрачиваемого на работу, делает такой подход достаточно привлекательным и обоснованным. Если же рассматриваемый диаметр ротора далеко отстоит от уже рассмотренных, избежать прямого применения метода конечных элементов не удастся

Ключевые слова: асинхронная машина, режим работы двигателя, короткозамкнутый ротор, параметры схемы замещения, конечно-элементный анализ, электромагнитное поле, методики проектирования асинхронной машины

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТЕВЫХ ХРАНИЛИЩ НА ВСТРАИВАЕМЫХ КОМПЬЮТЕРАХ МАЛОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ АРХИТЕКТУРЫ ARM

Я.В. Любченко, Р.А. Панков, А.В. Бредихин, В.В. Сокольников

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация: исследуется возможность использования одноплатных компьютеров для снижения общих затрат на обслуживание сетевых хранилищ. Рассматриваются недостатки ранее установленной системы, на основе анализа которой создаётся анализируемая система. Предлагается процессор, удовлетворяющий необходимым требованиям к скорости интерфейсов и имеющий аппаратное ускорение кодирования видео, подходящее для потоковой записи видео с камер наблюдения. Рассматриваются способы подключения дисков в условиях отсутствующих SATA-контроллеров и полноценных PCI-e слотов, в том числе с точки зрения надёжности, отказоустойчивости и возможности восстановления после сбоя, а также горячей замены дисков. Анализируются и тестируются способы умножения максимального количества подключенных дисков с помощью мультиплексоров SATA и USB. Предлагается архитектура системы для подключения полноценных жёстких дисков. Анализируются преимущества и ограничения выбранной архитектуры и методов подключения с тестированием скорости линейной записи и чтения. Рассматривается аномалия постоянного перезапуска дисковых приводов, вызванная системой мониторинга дисков, и рассказывается о способе её решения. Тестируются аппаратные возможности кодирования видео и предлагается перспектива на потоковую запись видео с камер наблюдения с низкой стоимостью и малым энергопотреблением с использованием конкретной сборки ffmpeg

Ключевые слова: сетевые хранилища (NAS), одноплатные компьютеры, архитектура ARM, встраиваемые компьютеры, жесткие диски, производительность, эффективность NAS

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МОНИТОРИНГОМ И СТАТИСТИКОЙ ЗАПАСОВ В КРОССПЛАТФОРМЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ НА ОСНОВЕ FLUTTER

Ш.М. Иномжонов, В.Ф. Барабанов, Н.И. Гребенникова, А.Ю. Деревягин

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация: объектом исследования является система управления запасами, одним из подходов к решению данной задачи является использование методов прогнозирования запасов, которые позволяют предсказать остатки на складе на основе данных о прошлых приходах и уходах. Целью данной работы являются разработка и внедрение математического обеспечения для прогнозирования запасов с применением методов скользящего среднего (SMA, WMA, EMA) и создание мобильного кроссплатформенного приложения на основе Flutter для интеграции этих методов в реальном времени. Рассмотрены три метода прогнозирования запасов: простое скользящее среднее (SMA), взвешенное скользящее среднее (WMA), экспоненциальное скользящее среднее (EMA). Модуль, разработанный на платформе Flutter, предоставляет пользователю удобный интерфейс для мониторинга текущих запасов и построения прогнозов на основании выбранного метода скользящего среднего. Визуализация данных позволяет пользователям легко отслеживать изменения остатков, а также своевременно принимать решения о пополнении запасов или их оптимизации. Проведенные расчеты показали, что предложенные методы обеспечивают приемлемые прогнозы, что позволяет предприятиям более эффективно управлять складскими запасами, минимизировать риски дефицита или избытка товаров и оптимизировать затраты на их хранение. Также отмечена возможность дальнейшей адаптации предложенной системы для других складских процессов

Ключевые слова: управления запасами, модуль управления, прогнозирование запасов, Flutter

СЕГМЕНТАЦИЯ МЕШЕЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ БУЛЕВЫХ ОПЕРАЦИЙ НАД МЕШАМИ

Г.В. Петрухнова¹, С.Л. Подвальный¹, А.С. Точилин²

¹Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

²Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация: рассматриваются задача разбиения трехмерных мешей на основе множеств их пересечений и задача сегментации трехмерных мешей на основе контуров пересечений с последующей классификацией. Рассматриваются меши произвольной топологии, они могут быть как открытыми, так и закрытыми. Основная часть работы фокусируется на телах – мешах, не имеющих треугольников как элементов разбиения, у которых по ребрам меньше двух соседей. Основная цель работы – упрощение алгоритмов решения задач выполнения булевых функций над трехмерными мешами посредством уменьшения количества возможных случаев пересечения треугольников и самих мешей. Решение задачи сегментации позволяет определить операции независимо от характеристик мешей – только с учетом взаимного положения сегментов. Получены пять классов мешей, которые образуют собой составные части для операций булевого пересечения, объединения и вычитания мешей. Определяется набор операций для задач сегментации и классификации, приводятся ограничения. Итоговый алгоритм с набором абстрактных операций может использоваться для реализации модуля булевых операций. Приводится определение операции «сложения» мешей, реализация которой меняется в зависимости от требования к итоговому мешам. Эта операция может использоваться для предварительного просмотра меша, в котором лишние вершины никак не влияют на его отображение. Рассматриваются переходы между задачами разбиения трехмерных мешей и сегментации, демонстрируются результаты решения промежуточных задач. Получаемые сегменты могут использоваться для более сложных алгоритмов, работающих над незамкнутыми мешами или телами с полостями. Анализ работы алгоритма и тестовые результаты были получены в системе, написанной на языке программирования C++ с использованием API OpenGL.

Ключевые слова: пересечение мешей, объединение мешей, разность мешей, триангуляция, сегментация

РАЗРАБОТКА СПОСОБА БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Аунг Чжо Мьо¹, Е.М. Портнов¹, А.С. Волков¹, М.В. Слюсарь¹, А.В. Потапов²

¹Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники», г. Зеленоград, Россия

²Завод «Протон», г. Москва, Россия

Аннотация: проблема балансировки нагрузки в центрах обработки информации является ключевой для распределенных систем, работающих с большими объемами передаваемых данных. Проведенный анализ известных алгоритмов показал, что возникает необходимость в разработке модифицированных алгоритмов балансировки нагрузки, направленных на обеспечение равномерной загруженности прокси и возможности быстрой смены схем маршрутизации при выводе из строя одного или нескольких из них. Настоящее исследование нацелено на создание математической модели и разработку алгоритмов, способствующих эффективной балансировке нагрузки в таких системах. Основная задача заключается в повышении эффективности передачи и обработки информации в распределенных системах. Представлена математическая модель процесса балансировки нагрузки, которая учитывает работу системы, передающей большие объемы данных через прокси с ограниченной пропускной способностью. Разработанная модель учитывает такие параметры, как атрибуты входящих информационных сообщений, размер очереди m -го прокси-сервера и его максимальную пропускную способность. Предложены алгоритмы работы устройства балансировки нагрузки, основанные на многопоточном принципе распределения задач и информационных сообщений по прокси внутри сервера в зависимости от времени обработки сообщения, его приоритетности и цены. Проведенные испытания показали эффективность работы алгоритма балансировки нагрузки, а также целесообразность его применения в системах, в которых существует проблема в распределении данных

Ключевые слова: распределенная система обработки данных, математическая модель, балансировка нагрузки, прокси-сервер, потоки, алгоритм

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 24-29-00530)

Радиотехника и связь

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ LORA-МОДУЛЯЦИИ НА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ КАНАЛА СВЯЗИ

М.А. Ромащенко, Д.В. Васильченко, Р.С. Сухомлинов, К.М. Черкашин

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация: рассматриваются особенности метода модуляции и протокола передачи данных Long Range (LoRa) в задачах создания помехоустойчивых систем радиосвязи. Проанализированы существующие исследования по данной тематике и отмечены их недостатки. Описаны основные параметры модуляции - ширина полосы пропускания (BW), коэффициент расширения спектра (SF) и их влияние на помехоустойчивость системы передачи данных. Приведены теоретические обоснования, демонстрирующие влияние этих параметров на способность системы противостоять внешним помехам. Описан экспериментальный стенд на базе аппаратного модуля LoRa SX1276 и программно-определяемого радио HackRF. Данный стенд позволяет оценить зависимость величины потери информационных пакетов от ширины полосы пропускания и коэффициента расширения спектра при воздействии на канал связи белым гауссовским шумом с различной интенсивностью. Проведены экспериментальные измерения при варьировании $SF = \{7; 12\}$ и BW 125, 250 и 500 кГц. Установлено, что увеличение коэффициента расширения спектра в сочетании с уменьшением ширины полосы пропускания способствует значительному повышению устойчивости сигнала. Полученные результаты позволяют выбрать наиболее эффективные параметры модуляции в зависимости от текущей электромагнитной обстановки

Ключевые слова: LoRa, помехоустойчивая связь, канал связи, линейная частотная модуляция, программно-определяемое радио

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FZGM-2024-0006)

ОПТИМИЗАЦИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛАСТИН С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОТЕХНОЛОГИЙ CNN

О.Н. Чирков, А.Б. Антиликаторов, К.М. Шкаровский, М.Н. Тамбовцев

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация: показан один из немногих современных методов автоматизации оценки качества полупроводниковых пластин с помощью нейросетей, а точнее, внедрение в производство полупроводников нейротехнологий современных методов нахождения дефектов на полупроводниковых пластинах. Современное производство полупроводников является одной из самых важных отраслей промышленности, а потому оно и требует высокоточных и эффективных методов контроля качества. Одним из ключевых элементов этого процесса является оценка качества полупроводниковых пластин – тонких дисков, на которых формируются микрочипы. Традиционные методы оценки качества, основанные на ручном анализе или простых алгоритмах обработки изображений, уже не удовлетворяют растущим требованиям к скорости и точности производства. Предложено использовать технологии искусственного интеллекта, в частности, глубокие нейронные сети, способные обучаться на больших объемах данных и выявлять сложные зависимости, недоступные для традиционных алгоритмов ввиду чрезмерных объемов информации, и вследствие этого традиционные методы алгоритмов просто не могут дать точной оценки. Современные нейросети не работают с информацией так, как это делают простые ИИ модели. Они способны сами строить алгоритмы, что, конечно, имеет свои результаты в более широком масштабе автоматизировать интеллектуальную деятельность. Нейросеть сможет самообучаться на действующих алгоритмах. Используя идеи оптимизации и распараллеливания, применяемые в алгоритмах декодирования, предложена разработанная нейронная сеть на основе архитектуры CNN (сверточной нейронной сети) для автоматической оценки качества полупроводниковых пластин по их фотографиям

Ключевые слова: CNN, оптимизация, нейронная сеть, алгоритм автоматизации, полупроводниковая пластина

МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ ЛИНЕЙНОЙ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЁТКИ

Е.Н. Буйлов¹, А.С. Солонар¹, Ю.Н. Егоров²

¹ОАО «КБ Радар» – управляющая компания холдинга «Системы радиолокации», г. Минск,
Республика Беларусь

²Военная академия Республики Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: цель исследования – разработка методики управления параметрами диаграммы направленности линейной эквидистантной фазированной антенной решетки за счет изменения фазового распределения. Рассмотрены вопросы аналитического расчёта диаграммы направленности эквидистантной линейной фазированной антенной решетки. Предложен способ синтеза фазового распределения на основе математической модели, сочетающей общую теорию систем излучателей и алгоритмы численной оптимизации. Данный подход позволяет для антенной решетки заданной конструкции сформировать диаграмму направленности с главным лепестком специальной формы. Предложен критерий синтеза фазового распределения (минимум квадрата суммарной ошибки), на основании которого получена целевая функция. Разработана методика управления параметрами диаграммы направленности линейной эквидистантной антенной решетки. Представлены результаты сопоставительного анализа расчёта диаграммы направленности антенной решетки при использовании линейного и синтезированного фазовых распределений

Ключевые слова: линейная эквидистантная фазированная антенная решётка, синтезированное фазовое распределение, управление параметрами диаграммы направленности, метод роя частиц

ВЛИЯНИЕ КОМПОНОВКИ И МАТЕРИАЛОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЮ ПАРАМЕТРОВ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

И.С. Бобылкин, О.Н. Чирков, А.А. Кузёмкин

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация: рассмотрены проблемы, затрагивающие главный функциональный узел любого импульсного источника питания – планарный трансформатор. Показана зависимость расположения сердечников относительно друг друга в пространстве от электрических и магнитных свойств силового трансформатора. Продемонстрирован процесс передачи энергии в магнитопроводе при нулевом и ненулевом немагнитном зазоре сердечника. Выявлены отличия в количественных показателях таких физических величин, как индуктивность намагничивания, индуктивность рассеяния, магнитная проницаемость, коэффициент связи между обмотками. Определены уязвимые места при проектировании модулей электропитания с планарным трансформатором, а также рассмотрены основные причины образования дефектов в конструкции. Проведена оценка потерь при нарушении конструкции планарного трансформатора с помощью современных систем автоматизированного проектирования. В полном объеме проведены эксперименты по выявлению наиболее оптимального компаунда для применения в производстве. Составлена методика по определению свойств и состава «идеального» компаунда для фиксации сердечников трансформатора и для заливки модулей электропитания. Результаты, полученные путем моделирования системы или расчетов, носят только теоретический характер, поэтому полноценную работоспособность данного метода необходимо проверять на опытных образцах. Особенно это актуально для серийного производства, чтобы процент ошибки был минимален

Ключевые слова: планарный трансформатор, зазор, сердечник, оптимальный компаунд, оценка потерь, магнитопровод

АНТЕННАЯ РЕШЕТКА НА ОСНОВЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО МАССИВА ПАТЧ-АНТЕНН

С.М. Фёдоров^{1,2}, О.М. Пещерин³

¹Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

²Международный институт компьютерных технологий, г. Воронеж, Россия

³ООО «Микролинк-Связь», г. Москва, Россия

Аннотация: рассматривается антенная фазированная решетка, представляющая последовательный патч-массив, состоящий из 16 элементов с центральным питанием на рабочей частоте 4,99 ГГц. В системе автоматизированного проектирования (САП) «CST STUDIO» были рассмотрены два варианта конструктивного исполнения антенной решетки с металлическими и диэлектрическими полиамидными втулками между патчами и землей. Питание антенной решетки осуществляется в одной центральной точке, конструктивно-симметрично, коаксиальным кабелем 50 Ом. Результаты исследования антенной фазированной решетки, состоящей из последовательно соединённых 16 патч-антенн, расположенных на расчетном расстоянии друг от друга и в одной фазе, показывают высокий суммированный коэффициент усиления и направленные свойства на частоте 4,99 ГГц, что позволяет эффективно использовать данную фазированную решетку в канале передачи данных автономных мобильных беспилотных комплексов. Для подтверждения полученных результатов были произведены испытания опытного образца антенны. Преимуществом данной конструкции также является низкая себестоимость изготовления. Полученные данные измерений фазированной антенной решетки подтверждают результаты моделирования на частоте 4,99 ГГц

Ключевые слова: патч-массив, полосковая антенна с воздушным диэлектриком

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания «Молодежная лаборатория» № FZGM-2024-0003

СФ-БЛОКИ ПРИЕМНИКА И ПЕРЕДАТЧИКА LVDS ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА 180 НМ

А.В. Белявцев¹, А.В. Русанов², Д.О. Лялин²

¹АО «Научно-исследовательский институт электронной техники», г. Воронеж, Россия

²Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация: представлены два сложно-функциональных (СФ/IP) блока для интегральных схем: приемник и передатчик низковольтной дифференциальной передачи сигналов (Low voltage differential signal - LVDS). Раздел статьи, посвященный передатчику LVDS, содержит подробное описание структурной схемы СФ-блока и электрических схем его составных частей, результаты моделирования, временные диаграммы работы и основные электрические параметры устройства. Отдельное внимание уделено особенностям схемотехнических решений, использованных при проектировании. Раздел, посвященный СФ-блоку приемника LVDS, содержит краткое описание электрической схемы, результаты моделирования, временные диаграммы работы и основные электрические параметры блока. СФ-блоки разработаны на базе отечественного технологического процесса АО «Микрон» с проектными нормами 180 нм. Разработка схемы и топологии проводилась в специализированной системе автоматизированного проектирования (САПР) интегральных схем, использовалась специализированная автоматизированная система верификации топологии. Для моделирования схемы использовались математические модели полупроводниковых приборов (транзисторов, конденсаторов, резисторов и пр.), предоставленные фабрикой изготовителем АО «Микрон». Обе топологии прошли успешную верификацию на соблюдение проектных норм (Design rule check, DRC) и соответствия топологии исходной схеме (Layout vs. Schematic, LVS)

Ключевые слова: аналоговый СФ-блок, LVDS-приемник, LVDS-передатчик, интегральная схема

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSMR-2023-0008)

РАЗРАБОТКА МИМО-АНТЕННОЙ СИСТЕМЫ С ТОРОИДАЛЬНОЙ ДИАГРАММОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ДЛЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫХ КАНАЛОВ

Е.Д. Егорова¹, Е.А. Ищенко¹, Ю.Г. Пастернак¹, Д.К. Проскурин¹, С.М. Фёдоров^{1,2}

¹Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

²Международный институт компьютерных технологий, г. Воронеж, Россия

Аннотация: представлены результаты разработки и исследования МИМО (Multiple Input Multiple Output)-антенной системы с тороидальной диаграммой направленности для систем связи с беспилотными летательными аппаратами. Описана конструкция антенны на основе коаксиального волновода с заполнением из полистирола, обеспечивающая работу в диапазоне частот 5.95-6.2 ГГц с возможностью формирования двух ортогональных круговых поляризаций. Приведены результаты электродинамического моделирования основных характеристик антенной системы, включая S-параметры, эффективность излучения, коэффициент стоячей волны по напряжению и диаграммы направленности. Показано, что разработанная антенна обеспечивает коэффициент усиления до 9.5 дБ при эффективности излучения не хуже -0.3 дБ во всем диапазоне рабочих частот. Проанализированы особенности формирования диаграммы направленности для различных режимов работы и частот. Особое внимание уделено анализу характеристик антенны в угло-местной плоскости, где достигнута ширина основного лепестка 9.7° при уровне боковых лепестков -11.1 дБ. Продемонстрирована возможность эффективного разделения каналов в системе МИМО за счет использования ортогональных круговых поляризаций. Предложенное техническое решение обеспечивает высокую помехоустойчивость канала связи в условиях многолучевого распространения радиоволн при минимальных массогабаритных характеристиках антенной системы

Ключевые слова: МИМО-антенна, тороидальная диаграмма направленности, круговая поляризация, волноводно-щелевая антенна, коаксиальный волновод, многолучевое распространение

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FZGM-2024-0006)

LDPC-ДЕКОДЕР НА БАЗЕ ПЛИС СО СВЕРХДЛИННЫМИ КОДАМИ

И.В. Свиридова, И.В. Остроумов, О.Н. Чирков

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация: представлена архитектура декодера, которая характеризуется высокой производительностью, низкой сложностью и высокой скоростью работы для сверхдлинных квазициклических LDPC-кодов. Описывается архитектура и работа LDPC-декодера, реализованного на программируемой логической интегральной схеме (ПЛИС). Особое внимание уделяется структуре считывания и записи данных в процессе итеративного декодирования, где для адресации памяти PCM (Phase Change Materials, фазопереходные материалы) используется простой счетчик, а параллельный ввод-вывод управляется таблицей поиска. Подробно рассмотрен механизм чтения и записи, с акцентом на их переупорядочивание перед обработкой в NPU (Node Processing Units). Описан модуль принятия решения, проверяющий успешность декодирования путем сравнения рассчитанного синдрома с полученным, а также модуль, генерирующий выходные биты на основе знаковых. Приведены результаты моделирования, демонстрирующие производительность декодера через параметры битовой ошибки (BER), среднее количество итераций, пропускную способность и потребление ресурсов. Показано, что производительность алгоритма суммы-произведения (SPA) превосходит алгоритм минимальной суммы (MSA), хотя MSA имеет меньшую сложность. Отмечена зависимость среднего количества итераций от отношения сигнал/шум (SNR), а также незначительное влияние числовых схем с фиксированной запятой на этот параметр. Результаты показывают достижение низких значений SNR для успешного декодирования за счет сверхдлинной длины кода и низкой скорости кодирования. Представленная архитектура декодера обладает хорошей производительностью при отношении сигнал/шум (SNR), достигающем -0,6 дБ

Ключевые слова: декодер с низкой плотностью проверки на четность (LDPC), сверхдлинные коды, алгоритм минимальной суммы

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫЯВЛЕНИЯ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ НОВООБРАЗОВАНИЙ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ АНТЕНН

Е.А. Ищенко, А.И. Сукачев, Р.В. Кузьменко, Е.Д. Егорова

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация: рассматривается эффективность выявления онкологических новообразований молочной железы путем использования электродинамического метода. Применение такого метода возможно благодаря изменению диэлектрических характеристик тканей ввиду изменения характеристик клеток. При исследовании производилось сравнение эффективности выявления для наиболее простых в реализации антенн: рупорных антенн, антенн Вивальди, планарных двухслойных патч-антенн. Основным требованием к антеннам, которые используются для применения такого метода, является обеспечение широкополосности для минимизации ложных характеристик. Показано, что использование электродинамического метода позволяет выявить новообразование путем измерения S_{21} -параметров, характеристик сигнала на приемной стороне, а также построение Фурье-спектров на приемной стороне. Проводится исследование как во временной, так и в частотной областях. Показано, что развитие электродинамического метода выявления новообразований позволяет обеспечить выявление заболевания более дешевым и безопасным методом по сравнению с магнитной резонансной томографией (МРТ) и спиральной компьютерной томографией (СКТ), которые связаны с облучением пациента, или высоким уровнем магнитного поля или путем применения рентгеновских лучей высокой интенсивности. Показана зависимость характеристик измерения поля от типов антенны. Полученные результаты проиллюстрированы зависимостями характеристик поля от типов используемых антенн при выявлении новообразования в структурах тканей

Ключевые слова: электродинамический метод, диэлектрические характеристики, рупорная антенна, антенна Вивальди, планарная патч-антенна

Машиностроение и машиноведение

СОСТОЯНИЕ СОВРЕМЕННОГО УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ОБОРУДОВАНИЯ КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

С.Л. Новокщенов^{1,2}, В.В. Куц¹, Е.В. Смоленцев²

¹Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия

²Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация: в современных условиях, наряду с предприятиями замкнутого производственного цикла, возникают малые предприятия, выпускающие продукцию кузнечно-штамповочного производства. Как правило, на таких предприятиях имеется определенная номенклатура кузнечно-штамповочных машин. В зависимости от масштаба предприятия они могут оснащаться кривошипными горячештамповочными прессами (КГШП) или участком для штамповки деталей методами холодной объемной штамповки (ХОШ) и участком механической обработки. В настоящее время вновь возникает необходимость повышения производительности производства для обеспечения крупносерийного выпуска продукции различного назначения. Основной же проблемой кузнечно-штамповочных производств в составе малых предприятий является низкоэффективное применение имеющегося разнопланового основного технологического оборудования. Одним из путей повышения эффективности использования основного технологического оборудования является возможность реализации технологических процессов ХОШ на КГШП, т.е. на машинах, которые изначально не были предназначены для этого. Иными словами, если по каким-то причинам возникает простой КГШП, то его можно переналадить для выпуска поковок/деталей, изготавливаемых методами ХОШ, в частности, прямым и обратным выдавливанием. С теоретической точки зрения возможность этого также подтверждается характером теоретических графиков изменения технологического нагружения пресса применительно к операциям объемной штамповки: горячая штамповка, горячее выдавливание, холодное выдавливание и холодная калибровка-чеканка. Значительно сократить время проектирования и повысить эффективность принятия решений позволяет специализированное программное обеспечение: система компьютерной поддержки принятия инженерных решений (СКППИР) Mech-press. Разработанный авторами статьи программный комплекс имеет модульную структуру и предназначен для решения задач проектирования и выполнения поверочных расчетов сборочных единиц механических прессов различного технологического назначения

Ключевые слова: диаграмма Исикавы, ХОШ, ГОШ, КГШП, поковка, деталь, выдавливание, СКППИР Mech-press

ОЦЕНКА ПРОГРЕВА ЛИСТОВОЙ МЕТАЛЛОЗАГОТОВКИ ПРИ «ХОЛОДНОМ» ФОРМОВАНИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

А.В. Ряжских¹, В.Ф. Селиванов¹, А.А. Хвостов¹, Р.Е. Орлов², А.Д. Слободин¹

¹Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

²АО «Лискимонтажконструкция», г. Лиски, Россия

Аннотация: проанализирован температурный отклик в зоне холодного формования листовой заготовки от действия пуансона трубоформующего пресса. Оценен тепловой эффект в зависимости от скорости деформации в рамках линейной теории упругости. Использован классический подход к моделированию термомеханической обстановки вблизи пуансона и интегрально во всем объеме листовой заготовки. Сделаны дополнения уравнений упругопластической деформации в сопряженном варианте модифицированным уравнением теплопроводности. Предложен для инженерных оценок упрощенный подход, заключающийся в замене источникового слагаемого в уравнении для деформации на источник теплоты с мощностью, которая локализована в области контакта пуансона. В этом случае отпадает необходимость идентификации коэффициента преобразования мощности трубоформовочного пресса в тепловую, который неочевидным образом зависит от кристаллической решетки листовой заготовки, ее химического состава и скрытной дефектности структуры. Формулировка математической модели в формате 3D формализована уравнением переноса теплоты по механизму теплопроводности с нелинейным источниковым слагаемым с заданием свободно-конвективного теплообмена на поверхностях без кромок. Нелинейная начальнo-краевая задача в безразмерной форме записи редуцирована процедурой координатного осреднения до задачи Коши для среднеобъемной безразмерной температуры в зависимости от относительного времени. Получено аналитическое решение, параметрами которого являются числа Био, безразмерная мощность теплового источника, а также геометрические размеры листовой заготовки. Вычислительный эксперимент проведен для исходных данных, характерных участку холодного формования предприятия АО «Лискимонтажконструкция». Результаты вычислительного эксперимента по кинетике изменения безразмерной температуры за цикл деформирования с учетом тепловых потерь в окружающее пространство листовой заготовки после операции формования составили порядка 10 °С, что подтвердилось натурными экспериментами с использованием мобильного тепловизора

Ключевые слова: температурное поле, теплопроводность, упруго-пластическая деформация, холодная «формовка»

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

А.В. Норман, А.П. Суворов, Ю.С. Золототрубова, Э.И. Воробьев

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация: представлен анализ особенностей формирования различных видов функциональных покрытий, применяемых в машиностроительном производстве для получения требуемых эксплуатационных свойств деталей. Подробно рассмотрены различные методы формирования функциональных защитных покрытий на поверхности деталей машиностроения. Установлено, что наиболее перспективным способом формирования покрытий при изготовлении комбинированного электрода-инструмента (ЭИ) для электрических методов обработки является метод гальванопластики, который позволяет сформировать металлические покрытия. Такие покрытия представляют собой распределение тонкого беспористого слоя одного материала по поверхности другого, что обеспечивает защиту металлической основы инструмента от воздействия окружающей агрессивной технологической среды. Рассмотрена возможность формирования токопроводящего покрытия на поверхности электрода-инструмента, выполненного из токонепроводящего материала с помощью аддитивных технологий. Для получения на поверхности ЭИ износостойкого токопроводящего слоя требуемой толщины (до 40 мкм), гарантировано обеспечивающего протекание электрических процессов в межэлектродном зазоре при электрохимической обработке, предложен и подробно описан новый подход гальванического осаждения меди. Отличительной особенностью формирования такого покрытия на поверхности токонепроводящей основы является наличие промежуточного токопроводящего слоя, выполненного на базе графитового лака. Предлагаемый способ позволит существенно расширить технологические возможности электрических методов обработки в условиях единичного и экспериментального производства

Ключевые слова: защита деталей, покрытия, методы, процесс, свойства, стойкость, твердость, электрод-инструмент, гальваника

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

С.Л. Новокщенов^{1,2}, В.В. Куц¹, С.С. Юхневич²

¹Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия

²Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация: ввиду того, что современное основное технологическое оборудование кузнечно-штамповочного производства изготавливалось с применением импортных комплектующих, в настоящее время многие предприятия столкнулись со значительным увеличением сроков изготовления, связанным с обходом действующих ограничений. Но есть еще резервы, которые позволят существенно сократить сроки разработки и изготовления механических прессов и повысить качество. Решается эта задача за счёт уточнения и дополнения методики проектирования, разработки специализированного программного обеспечения, которое позволит сократить время проектирования. Работа этой программы для электронно-вычислительной машины (ЭВМ) должна быть основана на широком применении баз данных, что позволит принимать конструкторско-технологические решения на любом этапе проектирования, основываясь на предыдущем опыте. Конечной целью проводимых работ является повышение качества продукции кузнечно-штамповочного производства, обеспечение которого достигается на основе единой системы с собственной структурой и функцией. Выполненные работы позволили выделить ряд конструктивных параметров механических прессов и определить их взаимосвязи с параметрами технологических процессов обработки металлов давлением (ОМД). На основе предлагаемого графа структуры механических прессов может быть синтезировано множество вариантов их компоновки. В основе алгоритмов лежат методики структурного синтеза базовых деталей и технологических процессов ОМД

Ключевые слова: ХОШ, ГОШ, КГШП, поковка, деталь, выдавливание, граф, синтез, СКППИР Mech-press