

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Д.А. Баранов, А.С. Тупицына, В.Ф. Барабанов, Н.И. Гребенникова, К.В. Зольников

Аннотация: виртуальные автоматические телефонные станции широко используются компаниями для общения с клиентами и обеспечения продаж товара и услуг. Однако успех компании напрямую зависит от работы тех сотрудников, которые контактируют непосредственно с клиентом: их производительность, понимание клиента, отсутствие факторов, способствующих снижению лояльности клиента. Имеется виртуальная автоматическая телефонная станция (далее – ВАТС) с реализованной речевой аналитикой, однако встал вопрос о её реализации путём использования технологий машинного обучения и искусственных нейронных сетей в частности. В современном бизнесе ВАТС является комплексным решением для организации офисной телефонии, а также эффективным инструментом для налаживания процесса продаж, улучшения клиентского сервиса и оптимизации бизнес-процессов. Кроме того, ВАТС позволяет решить проблему удалённых сотрудников и наладить коммуникацию между всеми филиалами и подразделениями компании, даже если они расположены в разных странах. Рассмотрены используемые методы обработки получаемого на вход текста, процесс очистки и подготовки данных, используемые слои нейронной сети, а также работающие в составе сети математические решения. В итоге работы получена модель искусственной нейронной сети, принимающая на вход текстовый вектор и возвращающая на выходе идентификационный номер признака плохого обслуживания/продаж

Ключевые слова: АТС, ВАТС, речевая аналитика, признаки плохого обслуживания, машинное обучение, нейронные сети, сети с долгой краткосрочной памятью

РАЗРАБОТКА МАСШТАБИРУЕМЫХ КРОССПЛАТФОРМЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ QML С ИНТЕГРАЦИЕЙ МОДУЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ OPEN CASCADE

А.И. Ахлестин, А.Н. Юров, М.И. Чижов

Аннотация: рассматривается разработка масштабируемых кроссплатформенных приложений, реализованных при помощи QML с интеграцией модуля геометрических построений Open CASCADE. QML (Qt Meta-Object Language) является декларативным языком программирования, позволяющим создавать пользовательские интерфейсы на различных платформах. Open CASCADE, с другой стороны, предоставляет мощный инструментарий для геометрического моделирования и анализа. Исследование также описывает архитектуру масштабируемых приложений и преимущества кроссплатформенной разработки с использованием QML. Кроме того, в работе предложены пути интеграции модуля геометрических построений Open CASCADE в приложения на QML, обеспечивающие возможности для создания сложных трехмерных моделей и выполнения геометрических операций. В результате представлены примеры применения разработанных приложений, демонстрирующие их масштабируемость и функциональные возможности. Рассмотренный способ разработки приложений может быть использован в различных областях, таких как инженерное моделирование, архитектурное проектирование и медицинская визуализация. Реализация выполнена для операционных систем Windows с 64 разрядной архитектурой

Ключевые слова: QML, OpenCASCADE, масштабируемое приложение, MVC, интеграция модуля, платформа, кроссплатформенность

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ КВАЗИЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СВОЙСТВ КЛИНКЕРА

А.П. Щербаков

Аннотация: рассматривается задача построения и оценки адекватности двухуровневой и трехуровневой иерархической регрессионной квазилинейной модели прогнозирования качества клинкера. Клинкер в цементном производстве получают обжигом сырьевой муки. Качество клинкера зависит от химического и минералогического состава сырьевой муки. Основными показателями качества являются модульные характеристики – силикатный модуль, глиноземный модуль и коэффициент насыщения. Показатели качества рассчитываются на основе химического анализа до и после обжига, то есть для исходной сырьевой муки и для клинкера. На основании имеющихся экспериментальных данных можно сделать вывод, что зависимость между показателями до и после обжига является сильно нелинейной. В данной работе нелинейная зависимость глиноземного модуля клинкера от химического состава сырьевой муки описывается с помощью иерархической квазилинейной модели. Схема построения модели имеет некоторое сходство со схемой построения интеграла Лебега, когда вместо разбиения области определения функции (как в интеграле Римана) рассматривается разбиение области значений этой функции. Адекватность построенной модели зависимости свойств клинкера от химического состава сырьевой муки подтверждается значительным снижением суммарной ошибки и приближением автокорреляционной функции остатков модели к уровню белого шума

Ключевые слова: квазилинейные модели, остаточные данные, кластеризация, иерархическое разбиение, схема Лебега

БЕСКОНТАКТНОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ РАБОТАЮЩЕГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В.Л. Мурзинов, Ю.В. Мурзинов, П.В. Мурзинов, Д.В. Кочерженко

Аннотация: рассмотрены вопросы использования для работающего автоматизированного оборудования неразрушающего метода контроля его технического состояния. Показана возможность использования акустического метода для диагностирования автоматизированных промышленных объектов. Одна из решаемых задач – получение информации о наличии дефектных участков в конструкции работающего оборудования. Особенность акустического метода заключается в том, что он, используя акустический датчик, который воспринимает очень тихие звуки, получает качественную информацию о наличии дефектов в техническом состоянии промышленного оборудования. В акустическом датчике происходит механическое уплотнение звукового потока. Механический датчик является первичным преобразователем в системе контроля. Механическое уплотнение звукового потока основывается на использовании параболических отражателей. Звуковой поток от работающего оборудования является акустическим сигналом, содержащим информацию о техническом состоянии этого оборудования. Этот сигнал поступает на вибродатчик, который преобразует акустический сигнал в электрический сигнал и подает его в анализатор. Анализатор направляет полученную информацию в программный комплекс «Бесконтактная диагностика технологического оборудования». Программный комплекс содержит нейросетевой процессор обработки звукового сигнала и автоматизированную рабочую станцию. Полученная информация о наличии отклонения от нормального режима работы автоматизированного оборудования содержит данные локального расположения дефектного участка и отмечает степень дефекта. Показана эффективность использования параболических отражающих поверхностей в конструкции акустического датчика для получения качественной информации о техническом состоянии автоматизированного промышленного оборудования

Ключевые слова: автоматизированное оборудование, диагностика, акустический датчик, аускультация

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА МИКРОКЛИМАТА НА БАЗЕ ЯЧЕИСТОЙ ТОПОЛОГИИ

К.Ю. Филатов, В.В. Воробьев, Д.С. Булчевский, В.Ф. Барабанов, Н.И. Гребенникова

Аннотация: учитывая, что выбор оптимальной архитектуры беспроводной сети и ее параметров является сложной задачей, в данной статье рассматривается один из методов построения архитектуры ячеистой топологии, который предусматривает подключение к интернету устройств для обмена данными между собой и с другими системами, используя безопасные протоколы сетевой связи. Задача является актуальной, поскольку ее решение создает новые возможности для сбора и обработки данных, управления и автоматизации процессов, а также повышения удобства и комфорта жизни людей. Рассмотрено использование технологии беспроводных сетей. Проведено исследование с целью сравнения «классической» работы с датчиками в LAN и работы с использованием технологии MESH. Было создано приложение, работающее с мобильной группой узлов для отправки данных на агрегирующий их сервер, к которому будет подключаться нативное Android-приложение. В итоге проведенных исследований сделан вывод, что выбор между стандартным подключением датчиков к сети Wi-Fi и ячеистой топологией с использованием Mesh Wi-Fi зависит от конкретных потребностей и ограничений. Сравнение технологий беспроводных сетей проводилось по результатам работы приложения по мониторингу погодных условий. Данный проект позволит обеспечить бесперебойную работу приложения, позволяющего на базе сети Wi-Fi организовать систему мониторинга микроклимата заданных зон

Ключевые слова: Java, Kotlin, ячеистая топология, Wi-Fi mesh network, Mobile App, ESP, Raspberry Pi, IoT

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ КОММУНИКАЦИИ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ПОПУЛЯЦИИ ПРИ ЭВОЛЮЦИИ ДОЧЕРНИХ КОЛОНИЙ: КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

И. Шуай, А.Г. Масловская

Аннотация: современный уровень междисциплинарных исследований позволяет рассматривать и формализовать процессы, происходящие в сообществах микроорганизмов. В частности, важнейшим свойством многих бактериальных видов является способность коммуницировать – взаимодействовать между собой и коллективно реагировать на внешние воздействия. В работе представлены результаты конечно-элементного моделирования ключевых характеристик межклеточной коммуникации в процессе эволюции колонии бактерий. Базовая детерминированная математическая модель формализуется в виде начально-граничной задачи для системы полулинейных уравнений реакционно-диффузионного типа. Модель модифицирована за счет введения механизма образования дочерних подвижных колоний в процессе эволюции колонии с общей многофазной динамикой: медленный рост, логарифмический рост, релаксация и деградация. Конечно-элементное решение задачи получено с помощью программного обеспечения COMSOL Multiphysics. Проведена серия вычислительных экспериментов по оценке пространственно-временного изменения концентраций химических соединений, характеризующих кворум для бактерий вида *Pseudomonas putida*. Результаты расчетов показывают, что отделившиеся дочерние колонии не теряют связи с материнской колонией, хотя уровень кворума внутри дочерних колоний значительно выше. Напротив, фермент лактоназа действует локально и вызывает деградацию кворума в концентрированных областях, занимаемых дочерней и родительской колониями

Ключевые слова: сообщество бактерий, эволюция бактериальной колонии, реакционно-диффузионная модель коммуникации бактерий, метод конечных элементов, вычислительные эксперименты

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № 122082400001-8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРФОРАЦИИ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ РАСШИРЯЮЩИХСЯ «ЮБОК» ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

В.Т. Калугин, М.Д. Калугина, А.Ю. Луценко, Д.К. Назарова, Д.М. Слободянюк

Аннотация: рассмотрены результаты экспериментальных и численных исследований дозвукового обтекания летательных аппаратов (ЛА) с двумя типами стабилизирующих аэродинамических юбок: со сплошной и перфорированной. Данные стабилизирующие устройства представлены в виде усеченных конических поверхностей, расположенных в донной области летательного аппарата цилиндрической формы. Рассмотрены варианты полусферического и торцевого затуплений головной части корпуса аппарата. Проанализированы полученные зависимости аэродинамических коэффициентов в широком диапазоне углов атаки от 0 до 30° и структуры обтекания моделей. Экспериментальные исследования проведены в дозвуковой аэродинамической трубе с открытой рабочей частью МГТУ им. Н.Э. Баумана при скорости набегающего потока 25 м/с. В экспериментах измерены аэродинамические силы, действующие на модели, при помощи шестиканальных тензометрических весов. Численное моделирование проведено в программном комплексе FlowVision в соответствии с условиями эксперимента. В результате проведенных исследований выявлено влияние формы головной части корпуса летательного аппарата и параметров перфорации стабилизирующей аэродинамической юбки на структуры обтекания и аэродинамические характеристики исследуемых тел. Получено, что форма затупления существенно влияет на структуру течения и аэродинамические характеристики летательных аппаратов с юбкой. Перфорация же оказывает незначительное влияние на аэродинамические характеристики и структуры обтекания ЛА при рассмотренной ее степени 10 %. Применение перфорированных стабилизирующих юбок позволяет уменьшить вес летательного аппарата, обеспечивая при этом аэродинамические характеристики, равные характеристикам аппарата со сплошной юбкой

Ключевые слова: летательный аппарат, стабилизирующая юбка, полусферическое затупление, торцевое затупление, перфорация, дозвуковая аэродинамическая труба, FlowVision

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СОЗДАНИЯ 3D-АНИМАЦИЙ ДЛЯ ЦИФРОВЫХ МАКЕТОВ ИЗДЕЛИЙ СРЕДСТВАМИ OPEN CASCADE

А.И. Ахлестин, А.Н. Юров, М.И. Чижов

Аннотация: 3D-моделирование и анимация необходимы в современных производственных процессах, особенно при создании цифровых макетов изделий. Однако, несмотря на обширные возможности программного обеспечения Open Cascade в области 3D-моделирования, в функционале геометрического ядра отсутствует создание анимации. Рассмотрены методики, позволяющие реализовать процессы создания 3D-анимаций с помощью вспомогательного программного обеспечения – Qt. Создание анимации основано на необходимости постоянного конечного представления объекта. Это означает, что каждое изменение на сцене – будь то перемещение объекта или изменение его свойств – требует немедленного отображения на экране. Это задача требует значительной вычислительной мощности и оптимизации алгоритмов рендеринга. Важным аспектом процесса создания 3D-анимаций для цифровых макетов изделий является синхронизация работы между Open Cascade и Qt. Указанные инструменты были выбраны из-за их гибкости и функциональности. Однако их взаимодействие требует детального контроля и управления. Приводятся примеры сложностей, которые возникли в ходе работы, и предлагаются возможные пути их решения. Это включает в себя вопросы, связанные с совместимостью данных между двумя системами, различия в методах обработки 3D-моделей, а также сложности в визуализации и создании плавной анимации. Также подчеркивается значимость реализации стабильного и эффективного алгоритма конечного представления изображений цифровых моделей, что критично для достижения реалистичного и плавного воспроизведения анимации. Рассматриваются различные подходы к решению этой проблемы, включая использование буферизации и методов оптимизации производительности. Реализация выполнена для операционных систем Windows с 64 разрядной архитектурой

Ключевые слова: 3D-моделирование, анимация, цифровые макеты изделий, Open Cascade, Qt, рендеринг, синхронизация, интеграция, визуализация, алгоритм рендеринга, оптимизация производительности

КОНЦЕПЦИЯ ОБОБЩЕННЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ В ОЦЕНКЕ ВЫНУЖДЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

А.В. Елисеев, Н.К. Кузнецов, А.С. Миронов

Аннотация: основная цель – развитие системного подхода в рамках структурного анализа и математического моделирования для решения задач, связанных с обеспечением безопасности и эффективности работы технических систем, подлежащие расчету с помощью механических колебательных структур с сосредоточенными параметрами. Под структурным подходом понимается методология решения задач, основанная на сопоставлении колебательным структурам схем динамически эквивалентных систем автоматического управления. Подход предполагает разбиение объекта на составляющие элементы и определение связей. Элементами системы являются твердые тела и пружины. Рассматриваются системы, обладающие линейными свойствами. В качестве внешних возмущающих факторов выступают связные силовые колебания. Оценка состояния системы производится на основе податливости, изменяющейся в зависимости от частоты силового воздействия. Показано, что в механических колебательных системах множество обобщенных динамических состояний, связанных с характеристиками внешних сил и с координатами точек, определяющих динамическое соответствие, может быть выражено в виде карты динамических инвариантов. Одним из ключевых результатов работы является то, что задача оценки, контроля и формирования динамических состояний системы может быть проведена с помощью декомпозиции полной совокупности состояний на конечное число классов динамических состояний, обладающих фиксированными динамическими инвариантами, что позволяет реализовать системный подход к оценке системы с учетом несколькими параметров

Ключевые слова: структурные методы математического моделирования, динамическое гашение колебаний, динамическая податливость, связность силовых возмущений, колебание твердого тела, обобщенные динамические состояния, динамические инварианты

РАЗРАБОТКА РЕГУЛЯТОРА УРОВНЯ В КОМПЕНСАТОРЕ ДАВЛЕНИЯ ПЕРВОГО КОНТУРА АЭС

В.Л. Бурковский, И.А. Болдырев, У.А. Щеглова, А.С. Кожин, А.А. Голиков

Аннотация: в современных отраслях промышленности, связанных с высокой степенью безопасности труда и экологической безопасностью, существует определенный консерватизм в подходах проектирования систем автоматического управления (САУ), который не позволяет проникать в эту область не только современным теоретическим разработкам, но и ограничивает использование современной элементной базы. К таким отраслям можно отнести атомную энергетику, которая сформировалась во второй половине XX века и сохранила в себе идеологический подход того времени. Приведена структура реализованной и поныне функционирующей системы автоматического управления, используемой для поддержания уровня в компенсаторе давления первого контура ядерного реактора Балаковской АЭС (БалАЭС). Предложена и обоснована математическая модель системы управления для поддержания уровня в компенсаторе давления первого контура ядерного реактора БалАЭС, построенная с применением современных методов теории автоматического управления и с возможностью её реализации на современной элементной базе. Определены параметры и ограничения, показывающие возможности работы предлагаемой системы автоматического управления, в рамках которых предложенная САУ дает детерминированное качество переходных процессов, но при этом не выходит за рамки уже сложившейся технологии датчиков и исполнительных механизмов. Полученный результат учитывает особенности и сложности эксплуатации систем управления на объектах с повышенной опасностью и сводит к минимуму пуско-наладочную часть работы, что является основой для дальнейшего тиражирования данного подхода на системах с высокими требованиями к качеству и безопасности САУ

Ключевые слова: компенсатор давления, система автоматического управления, Балаковская АЭС, условие реализуемости закона управления, отрицательная обратная связь, положительная обратная связь

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАДИОЛИНИИ МЕТЕОРНОЙ СВЯЗИ НА УЛЬТРАКОРОТКИХ ВОЛНАХ

В.И. Дорошенко, Ю.Г. Ксенофонтов, В.Л. Мартынов

Аннотация: показана возможность многопараметрической и, соответственно, многокритериальной многофазной оперативной комплексной оценки качества радиолинии метеорной связи на ультракоротких волнах, состоящая в том, что оперативная технологическая оценка качества высокочастотного аналогового канала связи должна быть выработана в течение нескольких микросекунд, а образовавшегося дискретного канала передачи данных – в течение нескольких миллисекунд. Так как процесс многофазный, время выработки интегрального критерия о пригодности радиолинии метеорной связи к телекоммуникации и возможности её использования в инфотелекоммуникациях строго ограничено в каждой фазе этого процесса, поэтому оперативный технологический контроль и комплексная оценка качества позволяют выработать интегральную оценку за минимально возможное время с минимально возможной погрешностью. Предложен вариант структурно-функциональной схемы радиолинии метеорной связи на ультракоротких волнах, обеспечивающей фрагментацию-дефрагментацию потока передаваемых информационных данных. Также подробно рассмотрен такой из качественных показателей, как помехоустойчивость радиолинии, от которого непосредственно зависит пропускная способность канала, приведены соотношения, из которых следует, что вероятность ошибки при заданной скорости передачи может быть уменьшена более чем на порядок или во столько же раз может быть увеличена средняя скорость передачи при заданной помехоустойчивости

Ключевые слова: инфотелекоммуникации, радиолиния метеорной связи, оперативная оценка качества связи, системный подход, показатели и критерии качества связи, помехоустойчивость, вероятность ошибки

ИСТОЧНИК ОПОРНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ШИРИНЕ ЗАПРЕЩЕННОЙ ЗОНЫ ДЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

А.В. Русанов, Л.В. Сопина

Аннотация: описывается источник опорного напряжения, который формирует высокостабильное напряжение 1,259 В для источника питания 8,6-15 В. Источник опорного напряжения генерирует термостабильное выходное напряжение, которое не зависит от колебаний входного напряжения. Так как параметры комплиментарных металл-оскид-полупроводник (КМОП) приборов сильно зависят от температуры, то единственным способом снизить ее является комбинация приборов с разными по знаку коэффициентами температурной зависимости – сложение напряжения с отрицательным температурным коэффициентом (СТАТ (например, переход база-эмиттер биполярного транзистора в диодном включении ($U_{БЭ}$)) с напряжением с положительным температурным коэффициентом (РТАТ (источник тока, ток которого возрастает прямо пропорционально температуре)). Для того чтобы получить нулевой температурный коэффициент источника опорного напряжения (ИОН) необходимо, чтобы температурный коэффициент РТАТ генератора сравнялся по модулю с температурным коэффициентом перехода $U_{БЭ}$. Важным достоинством разработанного ИОН являются предельно низкие значения коэффициента температурной нестабильности в диапазоне от -60 до 125°C и коэффициента нестабильности по напряжению. Разработка схемы и моделирование проводились на отечественном технологическом процессе с проектными нормами 3 мкм, также разработана топология схемы. Моделирование проводилось в системе автоматизированного проектирования (САПР) разработки интегральных схем

Ключевые слова: источник опорного напряжения, IP блок, аналоговый СФ блок, интегральная схема, микросхема, ИОН

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО LDPC-ДЕКОДЕРА С КОНВЕЙЕРНОЙ ОБРАБОТКОЙ ДАННЫХ

А.В. Башкиров, М.В. Хорошайлова, К.Д. Ципина

Аннотация: разработан эффективный алгоритм декодирования суммы произведений (MSPA), который не только сокращает задержку критического пути, но и улучшает использование аппаратных средств и пропускную способность декодера при сохранении погрешности алгоритма декодирования. Алгоритм min-sum (MS) и его варианты заменяют сложные вычисления контрольных узлов (CN) в SPA простыми операциями сложения и сравнения, но это приводит к потере производительности до 1 дБ по сравнению с SPA для более высоких длин кодовых слов, кодовых скоростей и степеней узла. Представлены три полностью параллельные архитектуры низкоплотностного декодера, основанные на структуре проекционной геометрии (PG) полей Галуа LDPC-кодов. Эти конструкции отличаются архитектурами битового узла (BN) и контрольного узла (CN). Схема 9-битного квантования с фиксированной точкой используется для достижения лучшей производительности при исправлении ошибок. Другим значительным вкладом этой работы является конвейеризация предлагаемых архитектур декодера для дальнейшего повышения общей пропускной способности. Эти параллельные и конвейерные архитектуры реализованы для 73-битных (скорость 0,616) и 1057-битовых (скорость 0,769) кодов PG-LDPC с регулярной структурой на программируемой логической интегральной схеме (ПЛИС) Xilinx Virtex-6 LX760. Предлагаемые конструкции также являются гибкими с точки зрения квантования, степени узла, коэффициента параллельности и длины кодового слова

Ключевые слова: коды с низкой плотностью проверки четности (LDPC), моделирование, алгоритм декодирования суммы произведений (SPA), ПЛИС, поля Галуа (GF)

ГИБРИДНАЯ МНОГОСКАЧКОВАЯ СИСТЕМА АТМОСФЕРНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ С ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗНЕСЕНИЕМ

Р.П. Краснов

Аннотация: исследована модель многоскачковой радиооптической системы атмосферной связи, работающей с применением кооперативного разнесения с несколькими ретрансляторами в каждом из каналов. В качестве резервного используется радиоканал, задействуемый при снижении отношения сигнал/шум ниже заданного порога во всех оптических каналах. Выбор рабочего канала производится на основании анализа состояния канала по минимаксному критерию. При дальнейшем снижении отношения сигнал/шум до предельного порога наступает состояние отказа системы. Для описания статистики оптических каналов применена экспоненциальная модель Вейбулла, для радиоканала – m -распределение Накагами. Приведены выражения для расчета величины битовой ошибки и вероятности отказа гибридной системы и атмосферной оптической линии связи (АОЛС), для расчета использована обобщенная квадратурная функция Гаусса-Лагерра. Аналогично представлены выражения для радиоканала, основанные на вычислении коэффициентов полиномиального разложения. Показаны зависимости битовой ошибки от среднего отношения сигнал/шум в каналах для различных атмосферных условий передачи, а также для различных сочетаний числа каналов и ретрансляторов в каждом из них. Сделан вывод о превалирующем влиянии на качество связи числа ретрансляторов в канале по сравнению с общим количеством каналов разнесения. Приведены зависимости вероятности отказа гибридной системы и АОЛС. Сделан вывод о возможностях повышения качества связи в системах такого типа

Ключевые слова: гибридная система, атмосферная оптическая линия связи, радиоканал, вероятность отказа, битовая ошибка

ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ГИБРИДНАЯ ДИПОЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

М.А. Ромащенко, Д.В. Васильченко, Д.А. Пухов

Аннотация: предлагается новая эквивалентная гибридная дипольная модель с искусственной нейронной сетью (ИНС) для оценки электромагнитных помех (ЭМП), генерируемых в процессе работы устройства. Традиционная дипольная модель обычно не учитывает эффекты многократного отражения и дифракцию между источником электромагнитных помех и его близлежащими компонентами, вследствие чего в некоторых случаях это приводит к неточному результату расчетов. В предлагаемом методе функция диполя Грина берется в качестве входных данных, а излучаемое электромагнитное поле берется в качестве выходных данных ИНС. Применение мощных возможностей обработки ИНС необходимо для модификации матрично-векторного умножения между функцией Грина в свободном пространстве и дипольными моментами в традиционной дипольной модели, так что устанавливается новое отображение между эквивалентными диполями и их излучаемыми полями. Такой подход способствует повышению эффективности обработки данных экспериментов с применением программно-аппаратного комплекса (ПАК) сканирования электронных устройств в ближнем поле за счёт ускорения работы и повышения точности обработки данных. Последующее совершенствование алгоритмов позволит расширить область применения разрабатываемого программного обеспечения на базе описанной методики

Ключевые слова: электромагнитные помехи, диполь, нейронная сеть, сканирование ближнего поля, гибрид

МАЛОЭЛЕМЕНТНАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА С УВЕЛИЧЕННЫМ ПОКРЫТИЕМ ЗОНЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ

А.В. Лукьянчиков

Аннотация: интенсивное развитие современного общества требует наличия современных систем связи, в частности, пятого поколения. Использование нелицензируемого диапазона *Wi-Fi* в качестве «последней мили» сетей *5G* может ускорить их внедрение. Однако пропускная способность системы может стать узким местом, так как она зависит от соотношения сигнал/шум в радиоканале. Для увеличения бюджета радиоканала можно использовать антенны с управляемой диаграммой направленности, которые, как правило, реализуются с помощью фазированных антенных решеток. Малоэлементная решетка может быть использована для обеспечения максимальной скорости связи в системе *Wi-Fi*, при этом требуется минимальное количество элементов для управления диаграммной характеристикой. Обоснованно выбран излучатель такой решетки и определены его геометрические параметры. Также выбрано оптимальное расстояние между элементами и дискрет фазы между входами, что позволило увеличить зону обслуживания на 76 %. Была предложена достаточно простая схема возбуждения и структурная схема устройства возбуждения на основе двух дискретных фазовращателей и двух делителей мощности

Ключевые слова: управление диаграммой направленности, печатный излучатель, диаграммо-образующая схема, дискретный фазовращатель, коэффициент стоячей волны (КСВ)

Машиностроение и машиноведение

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛЕГКОПЛАВКИХ МАТЕРИАЛОВ ПУТЕМ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ИЗ ЧУГУНА

А.В. Норман, В.П. Смоленцев, А.В. Норман, М.В. Кондратьев

Аннотация: рассмотрены возможности покрытия высоконагруженных деталей из алюминиевых сплавов тугоплавким чугуном. Решена проблема сохранения геометрии деталей без термического разрушения за счет их покрытия, создающего теплозащитные свойства на поверхности изделия, эрозионно-химическим импульсным упрочнением чугунными электродами. Раскрыт механизм формирования жаростойких сочленений деталей под сборку узлов с высокой износостойкостью, низким коэффициентом трения подвижных элементов конструкции, облегченных на 20-25 % по сравнению с деталями из серого чугуна. Приведены рекомендации по составу флюсов для комбинированных процессов нанесения покрытий. Показано влияние использования флюсов на адгезию покрытия, описан механизм получения качественного покрытия с минимальной пористостью поверхностного слоя. Применение комбинированного эрозионно-химического метода упрочнения, изготовления и восстановления эксплуатационных свойств деталей, ранее выполняемых из чугуна, позволило до двух раз сократить трудозатраты и себестоимость деталей при обработке изделий в полевых условиях с использованием минимального количества средств технологического оснащения. Доказана возможность нанесения электроэрозионно-химическим методом качественных покрытий из чугуна на алюминиевые сплавы, где стойкость слоя поддерживается за счет образования переходного диффузионного нанослоя после химического удаления флюсом окисной пленки с поверхности сплава основы детали

Ключевые слова: качество, покрытие, легкоплавкие материалы, чугун, механизм, флюсы, эрозионно-химическая обработка