

Информатика, вычислительная техника и управление

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСЧЕТНЫХ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМ ПИТАНИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ЭВМ

А.Н. Юров, Д.В. Цымбал

Аннотация: предложена разработка цифрового макета изделия, который представляет собой компонент ЭВМ – импульсный блок питания. Производится анализ предполагаемых компонентов персонального компьютера, которые будут установлены в систему. При необходимости есть возможность выбора с добавлением новых компонентов в системный блок ЭВМ. После определения заданных компонентов ПК производится расчет мощности, которая нужна для получения стабильной работы системы в целом. По произведенным расчетам выполняется 3D-моделирование блока питания с разъемами для подключения материнской платы, видеокарты, а также прочих устройств, в том числе и накопителей информации. В работе исследованы вопросы по применению методов линейного программирования для решения поставленных задач в соответствии с исходными данными, а также подходы по получению 3D-модели источника питания с построенными трассами до разъемов подключения устройств и компонентов персонального компьютера. Кроме того, подготовлено программное обеспечение, в котором визуально представлен процесс построения сборочной модели БП согласно произведенным расчетам

Ключевые слова: модули проектирования, импортируемые 3D-модели, построение трасс, геометрическое ядро Open Cascade

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТЬЮ НА ОСНОВЕ БЕГОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ

А.Д. Обухов, Д.Л. Дедов, В.В. Вострикова, Д.В. Теселкин, Е.О. Суркова

Аннотация: одним из современных инструментов организации процесса обучения специалистов является использование виртуальных тренажерных комплексов, позволяющих смоделировать штатные и аварийные сценарии профессиональной деятельности и выработать необходимые компетенции у обучающихся. Существующие подходы к взаимодействию с виртуальной реальностью в рамках тренажерных комплексов основаны на использовании различного рода контроллеров, что негативно сказывается на иммерсивности процесса обучения. Контроллеры также не позволяют смоделировать физическую нагрузку, возникающую при ходьбе или беге при подготовке специалистов в ряде областей (МЧС, военная отрасль, горнодобывающая промышленность и другие). Для решения этой задачи необходимо использование различных беговых платформ. В рамках исследования выявлены определенные проблемы существующих подходов к взаимодействию с виртуальной реальностью посредством беговой платформы. Для их решения предлагается разработка новых методов управления платформой. В работе рассмотрено несколько алгоритмов управления платформой: линейный, нелинейный и нелинейный модифицированный. Представлено математическое описание алгоритмов и проведены экспериментальные исследования, позволяющие выбрать оптимальный алгоритм управления в соответствии с набором определенных метрик. Использование разработанного алгоритма управления позволит улучшить качество взаимодействия обучающего с виртуальной реальностью на беговой платформе. Полученные результаты могут быть использованы при организации процесса обучения специалистов с применением систем виртуальной реальности

Ключевые слова: виртуальная реальность, беговая платформа, алгоритм управления беговой платформой

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ в рамках научного проекта № 19-07-00660 и лаборатории медицинских VR тренажерных систем для обучения, диагностики и реабилитации

СЛУЧАЙНОЕ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЕ ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.И. Паршин, М.Н. Аралов, В.Ф. Барабанов, Н.И. Гребенникова

Аннотация: задача распознавания изображений - одна из самых сложных в машинном обучении, требующая от исследователя как глубоких знаний, так и больших временных и вычислительных ресурсов. В случае использования нелинейных и сложных данных применяются различные архитектуры глубоких нейронных сетей, но при этом сложным вопросом остается проблема выбора нейронной сети. Основными архитектурами, используемыми повсеместно, являются свёрточные нейронные сети (CNN), рекуррентные нейронные сети (RNN), глубокие нейронные сети (DNN). На основе рекуррентных нейронных сетей (RNN) были разработаны сети с долгой краткосрочной памятью (LSTM) и сети с управляемыми рекуррентными блоками (GRU). Каждая архитектура нейронной сети имеет свою структуру, свои настраиваемые и обучаемые параметры, обладает своими достоинствами и недостатками. Комбинируя различные виды нейронных сетей, можно существенно улучшить качество предсказания в различных задачах машинного обучения. Учитывая, что выбор оптимальной архитектуры сети и ее параметров является крайне трудной задачей, рассматривается один из методов построения архитектуры нейронных сетей на основе комбинации свёрточных, рекуррентных и глубоких нейронных сетей. Показано, что такие архитектуры превосходят классические алгоритмы машинного обучения

Ключевые слова: случайное мультимодальное глубокое обучение, машинное обучение, глубокое обучение, искусственная нейронная сеть, свёрточная нейронная сеть

МЕТОД КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ СЛОЖНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Е.А. Абидова, А.Д. Данилов, А.Е. Дембицкий, А.В. Чернов

Аннотация: предложен подход к диагностике сложного и габаритного оборудования на примере определения технического состояния дизельного двигателя. Отличительной особенностью дизельного двигателя является сложность конструкции, требующая применения комплекса методов для обеспечения полноты контроля и чувствительности при выявлении дефектов на ранних стадиях развития. Описана схема обработки данных, позволяющая повысить чувствительность при диагностике за счет комплексного анализа данных различной физической природы с использованием анализа сингулярного спектра. Повышение чувствительности обосновывается путем численного моделирования и обработки результатов измерения диагностических параметров в реальных производственных условиях. В качестве показателей чувствительности рассматриваются расстояния между координатами центров кластеров параметров исправного и неисправного состояния в исходном пространстве и в пространстве главных компонент. Продемонстрировано, что предлагаемый подход обеспечивает повышение чувствительности в условиях, когда влияние дефекта на диагностические параметры сопоставимо с действием случайных факторов в объекте диагностирования. Указанное повышение качества диагностирования достигается благодаря корреляции между параметрами за счет их представления в виде траекторных матриц. Помимо повышения чувствительности при выявлении дефектов также достигается и существенное сжатие информации, которая используется для определения состояния. Преимуществом предлагаемого подхода также является наглядная визуализация результатов

Ключевые слова: диагностика дизель-генераторного оборудования, вибродиагностика, индикаторное давление, комплексный анализ, анализ сингулярного спектра

ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ СОВМЕЩЕННЫХ РАЗНОДИАПАЗОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

А.Н. Ветров, А.Ю. Потлов

Аннотация: задача повышения качества результатов медицинской диагностики и удобства их интерпретации является актуальной на современном этапе развития биомедицинской инженерии. Особый интерес представляют методы визуализации, применимые при диагностике онкологических заболеваний. Повышать достоверность медицинской диагностики таких патологических состояний предлагается посредством совмещения разнодиапазонных изображений, в частности сканов в инфракрасном и видимом диапазонах длин волн. Предлагается методика, в которой два изображения конкретного биообъекта, полученные от датчиков, работающих в разных частотных диапазонах, имеющие одинаковые пространственные параметры и сформированные с общего ракурса, сводятся в общее изображение чересстрочно. Новизна предлагаемой методики заключается в том, что после совмещения изображений производится взаимная передача заданных частей каждого пикселя соседним пикселям по вертикали. В полученном изображении каждый пиксель содержит информацию оптического и инфракрасного изображений в заданных пропорциях. Показано, что предлагаемая методика обеспечивает увеличение информативности в полученном изображении в шесть раз относительно исходных изображений. Предлагаемая методика совмещения разнодиапазонных изображений может быть применена в различных прикладных областях

Ключевые слова: медицинская визуализация, медицинская диагностика, изображение, пиксель, информативность

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В РЕЖИМЕ СЧИСЛЕНИЯ КООРДИНАТ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Д.А. Смирнов, В.Г. Бондарев, А.В. Тепловодский, А.В. Николенко

Аннотация: представлено обоснование использования оптико-электронной системы в качестве навигационно-измерительного комплекса. Проведен краткий анализ существующих систем навигации, применимых для беспилотного летательного аппарата, и предложен алгоритм обеспечения системы видеонаблюдения в режиме счисления координат с помощью системы технического зрения. Задачу счисления координат БЛА с использованием видеопоследовательностей изображений земной поверхности можно решить с высокой точностью с помощью бинокулярной СТЗ. Однако в случае выхода из строя одной из камер определение координат местоположения будет продолжаться с достаточной точностью для решения поставленной задачи. А недостаток измерительных средств обеспечивается за счет использования 6 особых точек земной поверхности. Поэтому предложен алгоритм определения местоположения с помощью монокулярной системы технического зрения. Для решения задачи определения местоположения выделяются и определяются координаты особых точек на изображении поверхности. Для нахождения особых точек была выполнена обработка оцифрованного изображения методом FAST-9. Так как изображение получается цветным, то процедура нахождения особых точек является надежным путем применения метода FAST-9 для двух или даже трех цветовых компонент. Данная процедура позволяет достигнуть высокой точности определения счисляемых координат БЛА. Для решения задач счисления координат предпочтительно использование методов простых итераций, Брауна или Ньютона

Ключевые слова: счисление координат, монокулярная система технического зрения, определение местоположения, беспилотный летательный аппарат

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ДОСТУПА В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ

Ю.С. Шевнина, Л.Г. Гагарина, А.В. Чирков, Н.С. Миронов

Аннотация: исследовано три решения проблематики нелинейного процесса организации доступа в АИС образовательного спектра. Определены ключевые причины появления затруднений с использованием автоматизированных информационных систем и проведен анализ существующих средств и методик, которые применяются при организации взаимодействия между пользователями и АИС. Статья объясняет, каким образом можно упростить доступ к АИС путем использования принципов декомпозиции и иерархичности. В реализации указано, какой может быть структура АИС типового образовательного учреждения. Проведено сравнение преимуществ и недостатков разных систем бухгалтерского, управленческого, хозяйственно-экономического учета с точки зрения интеграции в работу высших учебных заведений. Отдельное внимание уделено анализу механизмов и особенностей взаимодействия между подсистемами АИС и базой данных на примере проведения аттестационных мероприятий. На основании изученных аспектов функционирования АИС сделан вывод о недостаточности использования вузами локальных систем и необходимости разработки и последующей интеграции персонализированных высокотехнологичных решений, которые позволят увеличить эффективность образовательной деятельности. В перспективах показано, какие задачи можно поставить перед собой, чтобы внедрить дополнительные аспекты декомпозиции и иерархичности в аналогичных системах

Ключевые слова: АИС, ИР, ИС, декомпозиция, иерархичность, сущность, система, подсистема, БД, структура

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

В.В. Мокшин, А.В. Спиридонова, Г.В. Спиридонов

Аннотация: рассматриваются математические и информационные методы эффективного прогнозирования потребления водных ресурсов. Произведены расчёты водопотребления по типовому административному зданию. Предложенные материалы представляют интерес для широкого круга специалистов, занимающихся разработкой экономико-математических моделей и повышением эффективности при планировании водных ресурсов в сфере жилищно-коммунального хозяйства. Прогнозирование осуществлялось с помощью регрессионных методов Forward Regression и Backward Elimination, включающих в себя как линейные, так и множественные нелинейные подходы анализа данных. Отдельное внимание было уделено сравнению действительных и прогнозируемых показаний. В ходе работы были выявлены наиболее релевантные алгоритмы, которые позволили произвести достаточно точную оценку водопотребления, что считается одной из основных задач водоснабжения и управления водопроводными сетями. В ходе исследования было установлено, что корректность прогнозируемых результатов в равной степени зависит как от количества исходных данных, на основе которых производится построение моделей, так и от количества дней, на которое производится прогнозирование. В случае выборки данных в 255 исходных и 116 прогнозируемых дней наиболее вероятные значения были получены регрессионными методами прямого и обратного отбора переменных. Проведённый анализ позволил указать причины появления ошибок при использовании данных методов. На основе достоверности расчётных показаний можно говорить о востребованности и пригодности изученных методов среди информационных систем на промышленных и жилищно-коммунальных объектах. Комплексный подход оптимизирует процесс планирования и повышает точность прогнозируемых значений суточного водопотребления в пределах жилищных микрорайонов, что сегодня является исключительно важным аспектом в сфере водоснабжения и управления водопроводными сетями

Ключевые слова: регрессия, прогнозирование, расчёт водопотребления, корреляция

Радиотехника и связь

АНАЛИЗАТОР СИГНАЛОВ ZIGBEE

И.С. Фаустов, В.Б. Манелис, А.Б. Токарев, В.А. Козьмин, В.А. Сладких

Аннотация: широкое распространение беспроводных технологий требует развития средств контроля за устройствами и сетями передачи данных и, в частности, за беспроводными персональными сетями стандарта ZigBee. Известные способы поиска и приема сигналов ZigBee, требующие осуществления предварительной оценки частотного рассогласования, обладают высокой вычислительной сложностью. Некогерентный способ приема сигналов ZigBee не требует больших вычислительных ресурсов, но не обеспечивает удовлетворительную помехоустойчивость. Целью работы являлась разработка комбинированного алгоритма обнаружения и приема сигналов ZigBee. На основе разработанного алгоритма построен анализатор, позволяющий идентифицировать персональные сети, их передающее и приемное устройства. Новизна: для приёма сигналов при неизвестной частотной расстройке используется сочетание когерентной обработки на коротких временных интервалах с их последующим некогерентным накоплением. Предложенный алгоритм способен эффективно работать в неблагоприятных условиях приема и обладает относительно невысокой вычислительной сложностью. Результат: использование представленного решения позволяет выполнять обнаружение и прием сигналов ZigBee радиодоступных источников, идентифицировать персональную сеть, передающее и приемное устройства в этой сети. Практическая значимость: предложенный алгоритм может использоваться для построения анализатора сигналов ZigBee на программно-определяемом радиоприемном устройстве с полосой одновременной обработки сигналов от 2 МГц. Реализованный в универсальных цифровых радиоприемных устройствах семейства АРГАМАК алгоритм применяется в системах поиска и локализации несанкционированных источников радиоизлучений в контролируемых объектах

Ключевые слова: IEEE 802.15.4, ZigBee, WPAN, пассивный радиомониторинг, обнаружение сигнала, служебные параметры сигнала

**ПОЛУВОЛНОВОЙ ДИПОЛЬ С АКТИВНЫМ РЕФЛЕКТОРОМ
НА ОСНОВЕ ОПТОУПРАВЛЯЕМОГО МЕТАМАТЕРИАЛА**

Е.А. Ищенко, Ю.Г. Пастернак, В.А. Пендюрин, С.М. Фёдоров

Аннотация: для обеспечения радиосвязи применяются различные конструкции антенн, которые могут обладать всенаправленными или узконаправленными диаграммами направленности, при этом наибольшей защитой канала связи от помех и от перехвата обладают направленные антенны. Но их недостатком является то, что для обеспечения связи во всех направлениях требуется или установка группы антенн, или использование поворотных платформ, которые ухудшают показатели надежности системы, а также усложняют ее. Поэтому, как правило, для обеспечения связи применяют всенаправленные антенны, которые имеют диаграмму направленности в виде тороида. Недостатками таких антенн являются малый коэффициент направленного действия, а также прием большого числа шумов, что усложняет последующую обработку сигналов. Предлагается конструкция дипольной антенны, помещенной в активный метаматериал, с возможностью формирования луча путем коммутации слоев конструкции, что формирует динамически перестраиваемые рефлекторы. Получаемые в процессе функционирования системы диаграммы направленности обладают высокими значениями КНД, а также высокой помехозащищенностью и защитой от перехвата ввиду направленных свойств. Была получена конструкция антенны, помещенная в кубическую структуру активного метаматериала, с возможностью коммутации проводников с использованием рpn-диодов или МЭМС-коммутаторов, что позволяет обеспечить быстрое переключение режимов работы устройства, формирование направленного луча и обеспечение помехозащищенной и защищенной от перехвата связи

Ключевые слова: активный метаматериал, активный рефлектор, радиосвязь

Благодарности: работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых № МК-57.2020.9

РЕЗУЛЬТАТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ СТАНЦИЙ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ НА ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТАХ

Д.Г. Пантенков, В.П. Литвиненко

Аннотация: современные сложные радиотехнические комплексы и системы входят в состав ракетно-космических, авиационных, сухопутных, морских изделий, обеспечивающих решение задач повышения обороноспособности и безопасности РФ, а также отвечающих интересам гражданских потребителей. При этом на этапе проектирования радиотехнических комплексов и систем закладываются требуемые расчетные параметры по надежности, безопасности, долговечности, технологичности в целях обеспечения требуемого срока их эффективного функционирования для решения поставленных целевых задач. Рассмотрены результаты математического моделирования надежности проектируемых станций спутниковой связи на подвижных объектах (космические аппараты, беспилотные летательные аппараты, автомобили, железнодорожные поезда), которые отражают методический подход к определению надежности комплекса или системы верхнего уровня. Принципиальным моментом является возможность определения числовых значений данного показателя еще на этапе составления тактико-технических (технических) заданий на выполнение НИОКР, проведения аванпроекта, т.е. тех этапах работ, на которых цена ошибки не является существенной и имеется принципиальная возможность внести изменения в конструктивные и схемотехнические параметры разрабатываемых радиотехнических комплексов и систем

Ключевые слова: станция спутниковой связи, надежность, качество, наработка на отказ, среднее время восстановления, запасные части, инструменты и принадлежности, математическое моделирование, модель динамического процесса, расчёты

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОРРЕЛЯЦИОННОГО ПРИЕМНИКА С КУСОЧНО-ЛИНЕЙНОЙ АППРОКСИМАЦИЕЙ РЕШАЮЩЕЙ ФУНКЦИИ ПОРОГОВОГО УСТРОЙСТВА

М.Ф. Волобуев, В.С. Костенников, А.О. Шмойлов

Аннотация: разработана математическая модель двухканального корреляционного приемника радиосигналов с кусочно-линейной аппроксимацией, решающей функции порогового устройства. Приемник рассчитан на прием наиболее часто встречающихся на практике сигналов со случайной начальной фазой в условиях белого гауссовского шума. В синтезированной математической модели применяется кусочно-линейная аппроксимация решающей функции порогового устройства. Проведен сравнительный анализ характеристик обнаружения радиосигналов со случайной начальной фазой от отношения сигнал/шум, посчитанных с использованием разработанной математической модели корреляционного приемника с кусочно-линейной решающей функцией порогового устройства. Представлены полученные в результате математического моделирования процесса функционирования корреляционного приемника при обнаружении сигналов со случайной начальной фазой в условиях шума зависимости вероятности правильного обнаружения от отношения сигнал/шум. Показано, что результаты имитационного моделирования согласуются с теоретическими расчетами. Выявлено, что представление решающих функций пороговых устройств в классической теории обнаружения сигналов в виде идеализированных (оптимальных), которые не учитывают их нелинейность, приводят либо к увеличению вероятности ложной тревоги, либо к уменьшению вероятности правильного обнаружения, что приводит к ошибкам первого рода

Ключевые слова: математическая модель, обнаружение сигналов, решающая функция, пороговое устройство, имитационное моделирование

РАЗРАБОТКА ММО АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ ДЛЯ СЕТЕЙ 5G

К.А. Бердников, Е.А. Ищенко, В.В. Кузнецова, С.М. Фёдоров

Аннотация: рассматривается антенная система для сетей пятого поколения частот 37 ГГц (миллиметровый диапазон радиоволн). Предлагается установка антенны на задней стенке устройства, а излучение радиоволн происходит через стеклянную заднюю панель устройства. Для функционирования в сетях пятого поколения была разработана ММО антенная решетка, которая состоит из четырех элементов и способна функционировать в «умном» режиме. Благодаря этому возможно формирование луча в антенной системе (beamforming). Для анализа характеристик антенной системы были получены коэффициенты корреляции огибающей, диаграммы направленности, картины электрических полей, получены зависимости эффективной изотропно излучаемой мощности (EIRP), построены графики кумулятивных функций распределения EIRP в линейном и логарифмическом масштабе. Для определения влияния излучения на человека были построены картины удельного коэффициента поглощения (SAR) в соответствии с европейскими нормами на 10 грамм тканей. Все полученные результаты показывают высокую эффективность разработанной конструкции антенной решетки для сетей пятого поколения. Антенные элементы обладают малой взаимной корреляцией, позволяют обеспечить формирование луча, кумулятивные функции распределения показывают высокий уровень покрытия сферы эффективной изотропно излучаемой мощности радиоволнами. Также было показано, что разработанная антенная система обладает малым уровнем удельного коэффициента поглощения, что доказывает безопасность сетей пятого поколения миллиметрового диапазона радиоволн. Развитие современных систем связи позволяет достичь высокой безопасности и эффективности при получении информации

Ключевые слова: сети пятого поколения (5G), ММО антенная решетка, эффективная изотропно излучаемая мощность (EIRP), кумулятивная функция распределения (CDF), удельный коэффициент поглощения (SAR)

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАНАЛА СВЯЗИ С ПРОСТРАНСТВЕННОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ НА ОСНОВЕ КОРРЕЛЯЦИИ

О.Н. Чирков

Аннотация: рассматриваются методы оценки канала связи с пространственной модуляцией. Данный вид модуляции представляет собой методику однопоточковой передачи данных с несколькими входами и несколькими выходами (MIMO), при которой одновременно активируется только одна передающая антенна. Пространственная модуляция позволяет добиться полного исключения межканальных помех, а также демонстрирует большую экономию энергии в радиочастотной цепи. Однако, в отличие от многопоточных систем MIMO, оценка канала для пространственной модуляции становится проблемой, поскольку канал MIMO не может быть оценен на одном этапе передачи по единственному потоку. На основании этого факта была предложена новая схема оценки канала, которая использует корреляцию каналов и совместно оценивает каналы для разных передающих антенн. Предложенный метод обеспечивает тот же период оценки, что и многопоточные схемы MIMO. Исследовано изменение количества передаваемых пилот-сигналов при пространственной модуляции как для традиционных, так и для новых методов оценки канала связи. Уравновешивая точность и объем данных, можно достичь оптимального отношения пилот-сигналов для максимальной пропускной способности канала. Результаты моделирования показывают, что новый подход оценки превосходит традиционный метод с гораздо более низким оптимальным коэффициентом количества пилотов

Ключевые слова: оценка канала, пилот-сигнал, пространственная модуляция, корреляция, система MIMO

АЛГОРИТМЫ ФОРМИРОВАНИЯ УЗКОПОЛОСНЫХ СПЕКТРАЛЬНО-ЭФФЕКТИВНЫХ РАДИОСИГНАЛОВ ВНЕ КОЛЬЦА ИМПУЛЬСНО-ФАЗОВОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ СИНТЕЗАТОРА ЧАСТОТ

С.С. Печников, С.А. Шерстюков

Аннотация: рассмотрен процесс формирования радиосигнала с помощью квадратурного модулятора. Точность осуществления переноса на несущую является критически важным фактором. При передаче информационного сообщения значения сигнала несущей частоты должны принимать соответствующие дискретные значения, согласно закону изменения информационной последовательности, таким образом, формирование неискажённого радиосигнала является одним из основных требований, предъявляемых к работе квадратурного модулятора. При реализации сигналов с угловой модуляцией, как правило, используют генератор, управляемый напряжением. Проанализирована работа квадратурного модулятора и квадратурного фазового модулятора, основанного на формирователях функциональных составляющих модулирующего сигнала. Предложен метод компенсации искажений, возникающих в балансных смесителях и фазовращателе за счет быстроизменяющихся помех, приходящих с выхода высокочастотного генератора или с выхода усилителя мощности по цепи обратной связи, а также медленных отклонений фазы и амплитуды сигнала. Проведено моделирование работы схемы, осуществляющей компенсацию амплитудно-фазовых искажений квадратурного модулятора сигналов угловой модуляции за счёт генерирования компенсационных сигналов. Предложена структурная схема синтеза неискаженного сигнала амплитудно-фазовой модуляции с компенсацией амплитудно-фазовой неустойчивости квадратурного формирователя, позволяющая осуществлять нелинейное усиление радиосигнала

Ключевые слова: модуляция, квадратурный модулятор, квадратурный фазовый модулятор, компенсация искажений, паразитная модуляция, нелинейный усилитель

УЧЁТ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ БОРТОВОЙ АНТЕННЫ ПРИ АНАЛИЗЕ КАНАЛА СВЯЗИ С ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ

С.В. Кузьмин, К.О. Коровин, А.В. Андропов

Аннотация: синтез оптимальной с точки зрения дальности диаграммы направленности является одной из основных задач построения канала связи. Для многих приложений, таких как 2D вторичный локатор, канал связи с БЛА, оптимальной является косекансная диаграмма направленности. В первом приближении антенна, установленная на борту, обладает практически постоянным коэффициентом усиления в направлении на стационарную антенну. Характеристики бортовой антенны получаются из решения задачи в свободном пространстве. Учёт рассеивающих свойств объектов сложной геометрической формы с размерами в десятки длин волн является актуальной, но сложной задачей. При перемещении по поверхности носителя диаграмма направленности бортовой антенны может меняться существенным образом. Современные системы автоматизированного проектирования на основе приближённых численных методов электродинамики позволяют получать характеристики антенн, размещённых на реальных объектах. Ввиду увеличения количества полезных нагрузок на борту не всегда удаётся разместить бортовую антенну в таком месте, которое позволяет пренебречь влиянием геометрии носителя. В результате в диаграмме направленности бортовой антенны появятся интерференционные провалы или минимумы. Дальность работы будет зависеть от перемещения носителя. Рассматривается метод учета характеристик ДН бортовой антенны, позволяющий минимизировать запас на замирания

Ключевые слова: антенная решётка, бортовая антенна, косекансная диаграмма направленности, синтез диаграмм направленности

ГИБРИДНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КРУПНОГАБАРИТНЫХ ОБЪЕКТОВ

С.М. Фёдоров, Е.А. Ищенко, К.А. Бердников, Б.А. Шиянов, А.А. Козлова

Аннотация: рассматриваются методы моделирования сложных электродинамических структур, которые состоят из антенны и объекта-носителя, размеры которого превышают 100 длин волн. При выполнении моделирования предлагается рассчитывать характеристики антенны с использованием метода конечного интегрирования, а при установке на платформу-носитель - с использованием метода геометрической дифракции и физической оптики. Развитие современных вычислительных сред позволило реализовать систему гибридного моделирования, которая позволяет достичь высокой производительности, автоматизации и точности результатов полученного моделирования. При выполнении исследования изучалась ситуация с установкой антенны спутникового позиционирования на подводной лодке, причем размеры носителя антенны превышали 800 длин волн, что делало невозможным применение метода конечного интегрирования для решения задачи. Рассматривается три способа решения поставленной задачи: с использованием диаграммы направленности и ее ручным переносом на место планируемой установки антенны, однонаправленного метода гибридного моделирования с применением источника ближнего поля, гибридного моделирования с обратной связью между проектами. Получено, что наибольшую точность обеспечивает метод гибридного моделирования с обратной связью, однако его применение требует высокой скорости накопителя данных, а также занимает длительное время. Самым скоростным методом является метод гибридного моделирования с однонаправленной связью, так как обеспечиваются автоматизированный расчет и решение поставленной задачи

Ключевые слова: асимптотические методы моделирования, метод конечного интегрирования

Машиностроение и машиноведение

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ДВУХКАМЕРНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ШТАМПОВКИ

А.Ю. Боташев, А.А. Мусаев

Аннотация: одной из разновидностей устройств, осуществляющих импульсные методы обработки давлением, являются двухкамерные устройства для листовой штамповки, использующие в качестве энергоносителя газозоодушные топливные смеси. Подача сжатого воздуха в камеру сгорания в рассматриваемом двухкамерном устройстве для листовой штамповки осуществляется компрессором. Проведен анализ термодинамических процессов, протекающих в камере сгорания и рабочем цилиндре двухкамерного устройства для листовой штамповки. При этом установлено, что энергия, затрачиваемая на работу компрессора, составляет около 45% от энергии, выделяющейся в камере сгорания. Получена зависимость для определения термодинамического КПД двухкамерных устройств для листовой штамповки, величина его составляет около 0,25. Установлено, что энергоэффективность двухкамерных устройств не уступает энергоэффективности традиционного штамповочного оборудования, при этом затраты на энергоносители двухкамерных устройств ниже за счет использования дешевого энергоносителя. В двухкамерном штамповочном устройстве для листовой штамповки электрическая энергия, используемая на работу компрессора, составляет менее 1/3 общей потребляемой энергии устройства. Поэтому при прочих равных условиях расходы на энергоносители будут значительно меньше, чем в штамповочном оборудовании, работающем на электрическом токе

Ключевые слова: двухкамерные устройства для штамповки, энергоэффективность штамповочного оборудования

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ СБОРНЫХ РАБОЧИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕФОРМИРУЮЩИХ ПРОТЯЖЕК

Я.Б. Немировский, И.В. Шепеленко, С.Е. Шейкин, Ю.А. Цеханов, Ф.И. Златопольский, О.И. Попова, М.И. Попова

Аннотация: разработан алгоритм и проведена оценка прочности сборных твердосплавных элементов со сплошной и дискретной рабочими поверхностями. Получены зависимости, позволяющие установить связь между конструктивными параметрами сборных деформирующих инструментов и их прочностью. Выполнены прочностные расчеты деформирующего инструмента для обработки отверстий значительного диаметра со сплошной и дискретной рабочими поверхностями. Численным моделированием, методом конечных элементов получены распределения эквивалентных напряжений в элементах инструмента и контактных напряжений по поверхности контакта твердосплавная вставка–корпус, что позволило проанализировать прочность инструмента под нагрузкой. Определены конструктивные параметры инструмента и приведены алгоритмы последовательности расчета сборных деформирующих элементов (ДЭ). Разработан алгоритм последовательности расчета сборного ДЭ для дискретного протягивания. Предложенная конструкция сборного рабочего элемента позволяет не только улучшить обрабатываемость изделия резания, но и уменьшить расход остродефицитного твердого сплава по сравнению с твердосплавным ДЭ аналогичных размеров на 6 кг. Полученные результаты можно использовать в инженерных расчетах при проектировании сборного инструмента для дискретного деформирования, а также для оценки прочности сборных инструментов, например, фрез, зенкеров, разверток при уточнении внешних нагрузок

Ключевые слова: протяжка, деформирующий элемент, дискретное протягивание, твердый сплав, прочность элемента

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДАЛЕНИЯ ОКАЛИНЫ С ЛИСТОВОГО ПРОКАТА ДЛЯ ПОЛЫХ ШАРИКОВ

А.В. Панфилова, А.В. Королев, О.П. Решетникова, Б.М. Изнаиров, А.Н. Васин

Аннотация: рассматриваются результаты проведения экспериментальных исследований способа удаления окалины с поверхности стального листового проката. Предложен новый способ и устройство для очистки поверхности листового проката от окалины режущими пластинами, вращающимися вокруг оси, перемещающейся поступательно вдоль обрабатываемой поверхности. Пластины наклонены в направлении вектора вращения на угол до 10 градусов и упруго поджимаются к обрабатываемой поверхности. Это обеспечивает возможность в процессе очистки поверхности воспроизводить макронеровности листового проката. Приведены результаты экспериментальных исследований, построены математические и графические зависимости, описывающие влияние факторов процесса на эффективность очистки поверхности проката. Показано, что наиболее значимое влияние на параметр оптимизации оказывает сила воздействия инструмента на поверхность заготовки. Причем это влияние реализуется в прямо пропорциональной зависимости. Другие исследованные факторы, а именно: угол наклона пластины, скорость ее вращения и подача, оказывают значительно меньшее влияние на степень очистки проката. Эти исследования были необходимы с точки зрения определения конструктивных параметров силовых элементов как технологической оснастки, реализующей указанный способ, так и технологической установки в целом. План эксперимента был принят, исходя из реальных производственных возможностей индустриального партнера, и соответствовал классическим представлениям теории резания. Описанные результаты дают возможность планировать дальнейшие эксперименты по изучению направлений использования данного способа

Ключевые слова: полые шарики, экспериментальные исследования, окалина, режимы обработки, технологические факторы, регрессионная зависимость, момент сопротивления, степень влияния

Благодарности: статья подготовлена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук № МК-2395.2020.8

РАСЧЕТ НЕСТАНДАРТНОГО ОДНОРОГОВОГО ГРУЗОВОГО КРЮКА ГРУЗОПОДЪЕМНОГО КРАНА

В.И. Сероштан, П.В. Витчук, В.Ю. Анцев, Н.А. Витчук

Аннотация: однорогие грузовые крюки грузоподъемных кранов изготавливают способом горячей штамповки и свободнойковки. Действующим стандартом предусмотрено 26 типоразмеров заготовок грузовых крюков. Очевидно, что номенклатура стандартных однорогих грузовых крюков ограничена и не может удовлетворить всего многообразия требований при создании специальных грузоподъемных машин для конкретных условий. В случае применения нестандартных крюков или при нестандартной грузоподъемности крана проводится поверочный расчет крюка. В существующем упрощенном методе расчета однорогих грузовых крюков сечения крюка заменяют правильной трапецией без учета скруглений. Поэтому предложен уточненный метод расчета нестандартных однорогих крюков грузоподъемных кранов. Осуществлена проверка предлагаемого метода при помощи SolidWorks, доказана его точность. Проведен сравнительный анализ результатов вычислений по предлагаемому и существующему упрощенному методам. Сравнение расчетных площадей сечений грузовых крюков, полученных предлагаемым и упрощенными методами, показывает, что разница между ними для стандартных крюков колеблется в пределах 6-10%. В среднем площадь сечения крюка, полученная по предлагаемому уточненному расчету, меньше, чем по упрощенному на 8%. Результаты расчета точной площади поперечного сечения грузового крюка и полученные на их основе значения напряжений в опасных сечениях позволяют на стадии проектирования достичь оптимальной формы грузового крюка. Это позволит в процессе производства получить наименьшее значение металлоемкости грузового крюка, что положительно скажется на его себестоимости

Ключевые слова: грузоподъемный кран, грузовой крюк, заготовка, проектирование, оптимизация

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАГРЕВА ТРУБНОЙ ЗАГОТОВКИ ПРИ ГАЗОВОЙ ШТАМПОВКЕ

А.Ю. Боташев, Р.А. Байрамуков, Н.У. Бисилов, Р.С. Малсугенов

Аннотация: разработана и представлена схема нового устройства, осуществляющего штамповку деталей с нагревом трубной заготовки воздействием продуктов сгорания газообразной топливной смеси. В качестве топливной смеси может использоваться горючий газ – смесь воздуха с метаном или с пропан-бутаном. Представлены результаты исследования процесса нагрева трубной заготовки воздействием продуктов сгорания. Исследование проведено на базе уравнений конвективного теплообмена, теплового баланса и термодинамики. Получена зависимость для определения температуры нагрева трубной заготовки. Установлено, что температура заготовки зависит от материала и геометрических размеров заготовки, а также давления топливной смеси. Данное устройство обеспечивает нагрев до интервала горячей обработки стальных трубных заготовок диаметром более 150 мм при толщине стенки до 1,2...1,5 мм, а при диаметре более 300 мм – толщиной до 2,0...2,5 мм. Для нагрева трубных заготовок из цветных металлов и сплавов (например, алюминия и меди) требуется меньшее давление топливной смеси, чем для стали, благодаря этому обеспечивается нагрев заготовок значительно большей толщины, в частности, заготовок из алюминия толщиной до 6 мм

Ключевые слова: штамповка деталей из трубной заготовки, нагрев трубной заготовки