

Информатика, вычислительная техника и управление

ПРИНЦИП РАЗДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИЙ В ЗАДАЧАХ МОДАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

С.Л. Подвальный, В.И. Захватов, Е.М. Васильев

Аннотация: выявлены методологические причины трудностей, возникающих при синтезе сложных систем автоматического регулирования. Обоснована необходимость построения таких систем на основе эволюционных принципов многоальтернативности, отражающих механизмы функционирования биологических сообществ. Определена конкретная цель исследования: разработка практических способов и приёмов реализации многоальтернативного принципа разделения функций в системах робастного регулирования. На примере задачи синтеза модального управления нестационарным колебательным объектом показано, что решение этой задачи возможно только в результате разделения собственных чисел характеристической матрицы системы на части, одна из которых определяет характер переходного процесса в системе, а другая – обеспечивает робастные свойства модального регулятора. Сформулированы рекомендации по выбору значений указанных собственных чисел и представлен способ расчёта робастного модального регулятора на основе решения экстремальной задачи математического программирования. Затронуты вопросы плохой обусловленности желаемых характеристических полиномов, выбираемых при синтезе модального регулятора. Приведены аналитические основания раздельного синтеза модального регулятора и наблюдателя координат состояния объекта. Дано доказательство сокращения нулей и полюсов наблюдателя в случае, если параметры наблюдателя точно совпадают с соответствующими параметрами объекта. Проведён анализ чувствительности нулей и полюсов системы к параметрической нестационарности объекта. Продемонстрирована возможность и целесообразность обеспечения робастности системы и показателей её точности и быстродействия раздельными регуляторами, синтез которых вследствие этого разделения значительно упрощается. Представлен числовой пример практического синтеза робастной системы модального управления, результаты которого подтверждают эффективность применения принципа разделения функций при проектировании систем регулирования

Ключевые слова: автоматическое управление, принципы многоальтернативности, модальные регуляторы, наблюдатели координат состояния

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТИПОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ НА ПАРАМЕТРЫ НАСТРОЙКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА DEMATEL

А.А. Левченко, В.В. Таратухин

Аннотация: в отличие от классических информационных систем класса on-Premises («по запросу»), которые устанавливаются на собственные серверы, системы класса SaaS (Software as a Service, «программное обеспечение как услуга») физически располагаются на удаленных серверах, в облачной среде. Данная особенность накладывает ограничения на доступ к исходному коду системы и не дает возможность его свободного расширения в виде реализаций системных разработок. Таким образом, поскольку информационная система на базе облачных технологий унифицирована и стандартизована, множество реализуемых типовых функциональных требований к системе и множество параметров системы ограничены и представляют собой конечные множества. Цель работы — оценка влияния множества типовых функциональных требований на множество параметров настроек системы и подтверждение влияния множеств друг на друга. В исследовании анализируется влияние множества типовых функциональных требований на множество параметров настройки информационных систем на базе облачных технологий. Для оценки влияния используется метод DEMATEL, который относится к группе методов многокритериального принятия решений. В статье приведены подход к описанию множеств модели объекта исследования, аргументация применения метода DEMATEL и сравнение его с другими методами. Для подтверждения качества исследования расчет выполнялся по количественной шкале через расчет дисперсионного коэффициента конкордации. Приведены пример численного тестового расчета на примере шести факторов, а также результаты применения метода для девятиста шести факторов. Подтверждение факта влияния между множествами позволяет перейти к задаче автоматизированной настройки системы класса SaaS по типовым функциональным требованиям без использования экспертов, которые в настоящее время активно вовлечены при внедрении информационных систем

Ключевые слова: информационные системы, облачные технологии, DEMATEL, функциональные требования, системный анализ, зависимость факторов

МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НЕФТЕПРОДУКТА В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

В.А. Мустафаев, К.А. Аллахвердиева

Аннотация: разработана модель определения температуры нефтепродукта в резервуаре в условиях неопределенности в виде нечетких сетей Петри. Структурные элементы нечетких сетей Петри представлены в матричном виде, определена входная, выходная и матрица инцидентности сети. Разработан граф-модель определения температуры нефтепродукта температуры в резервуаре. Вычислены элементы матрицы Грамма и определены правила срабатываемых переходов сети. В результате компьютерного эксперимента получена последовательность срабатывания переходов из начальной маркировки. Разработана модель принятия решений для регулирования температуры нефтепродукта в условиях неопределенности. Предложен подход принятия решений для регулирования температуры нефтепродукта в условиях неопределенности. Сформирована база правил для регулирования температуры нефтепродукта в резервуаре. Определены элементы множества термов всех входных и выходных лингвистических переменных базы нечетких производственных правил. Осуществлена фаззификация всех термов входных переменных. Вычислены степени истинности условий в правилах нечеткой продукции. Выполнены процедуры активизации и аккумуляции и найдены все значения степеней истинности подзаключений для каждого правила. Реализована в трехмерном пространстве процедура дефаззификации в среде *Matlab* с использованием пакета расширения *fuzzy logic Toolbox*. Представлено интерактивное окно всех входных и выходных лингвистических переменных по средствам треугольных функций принадлежности

Ключевые слова: температура нефтепродукта, модель, нечеткие сети Петри, производственные правила, фаззификация

АППРОКСИМАЦИЯ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ РАБОТЫ МЕЖДУ ОТКАЗАМИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ РОЗЕНБЛАТТА-ПАРЗЕНА

В.С. Никулин, А.И. Пестунов

Аннотация: определение причин возникновения отказов оборудования является одной из главных задач организации экспериментальной оценки надежности объектов. Решению данной задачи в наибольшей степени отвечает статистическое оценивание плотности распределения случайных величин. Под случайной величиной в теории надежности рассматривают такие временные показатели, как моменты отказа и восстановления оборудования, а также время работы между отказами и время, требуемое для его восстановления после отказа. Проведено исследование по аппроксимации плотности распределения времени работы между отказами по данным из эксплуатации составного оборудования вычислительной системы. Данное оборудование является высоконадежным и характеризуется малым количеством отказов, а также отсутствием априорной информации о законе распределения случайных величин. По этим причинам в качестве метода аппроксимации рассмотрен непараметрический метод Розенблатта-Парзена. В исследуемом методе функция ядра отвечает за гладкость, а параметр сглаживания за точность аппроксимации плотности распределения. В качестве ядра выбрана функция Гаусса, ранее рассмотренная в работах по теории надежности. На основе метода Хука-Дживса разработан алгоритм поиска оптимального параметра сглаживания, отвечающего за точность аппроксимации. Оценка влияния параметра сглаживания и объема выборки на точность аппроксимации проведена на основе анализа оценивания ошибок в метрике L_1 -пространства и графического представления. Проведенное исследование позволяет сделать выводы о том, что использование оптимального параметра сглаживания при наличии выборок различного объема позволяет уменьшить итоговую ошибку аппроксимации

Ключевые слова: статистический анализ, экспериментальная надежность, вычислительная система, непараметрический метод Розенблатта-Парзена

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СРЕДСТВ ГОЛОСОВОГО ИНТЕРФЕЙСА И ТЕХНОЛОГИЙ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ

В.А. Малиновкин, Н.В. Валуйских, Н.Н. Шведов, С.Л. Кенин, Н.И. Гребенникова

Аннотация: задача распознавания речи - одна из самых сложных и востребованных задач в настоящее время. Голосовые помощники, реализованные с помощью голосовых интерфейсов, заметно упрощают управление различными системами в ограниченных условиях. Такие интерфейсы должны обладать интуитивно понятным интерфейсом для комфортного пользования людьми с различного рода ограничениями. При разработке системы выполнение этого критерия является одной из главных задач при создании современных технических систем. В настоящее время мировой рынок распознавания речи имеет огромный объём и высокую динамику развития, в то время как рынок систем распознавания речи в России невелик, но имеет перспективы к развитию. Рассмотрены наиболее известные голосовые помощники: Google Assistant, Amazon Alexa, Microsoft Cortana, Siri, Яндекс Алиса, произведено сравнение по общим показателям. Были выявлены как положительные стороны, так и отрицательные. Преимущества обусловлены такими параметрами, как наличие высокого уровня «человечности», способность к самообучению, автоматическое воспроизведение операций. Среди недостатков наиболее критичны такие моменты, как несоответствие качества по времени отклика и предоставленным функционалом, отсутствие быстрой интеграции с другими системами и универсальной принадлежности

Ключевые слова: средства голосового интерфейса, технологии распознавания речи, обеспечение комфортных условий для пользователей современных технических систем

АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ МЕТОДОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ БЕСЦИКЛОВОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ

Х. Хаю, М.А. Орлова, Л.И. Абросимов

Аннотация: задачу маршрутизации можно сформулировать следующим образом: учитывая сеть G , необходимо найти наилучший путь между узлами i и j из сети. Однако понятие «лучшее» расплывчато, и оно зависит от того, какие параметры в составной метрике сетевые операторы пытаются оптимизировать. Для разделения проблем была введена алгебра маршрутизации для моделирования того, что пытается решить протокол маршрутизации, сохраняя при этом общий алгоритм маршрутизации. Тем не менее все протоколы маршрутизации должны решать проблему свободы от циклов. Цель этой статьи - представить теорию бесциклового маршрутизации с произвольной метрикой. Показано, что выбор базовой алгебры может повлиять на производительность самого алгоритма, как в представленном примере для протокола маршрутизации (EIGRP). Кроме того, модификация алгебры маршрутизации может помочь во внедрении новых алгоритмов маршрутизации. Примером может служить протокол DSN (Распределенный порядковый номер), который использует гибридный алгоритм состояния каналов и дистанционно-векторный. В метрику DSN добавлены новые компоненты, которые представляют собой порядковый номер и бит флага для запроса увеличения порядкового номера. Это помогло, как показано в этой статье, решить проблему бесциклового маршрутизации с незначительными изменениями в исходном дистанционно-векторном алгоритме. В данной работе решены следующие задачи. Условия для бесциклового маршрутизации и отношения между ними были представлены алгебраически и доказаны. Введена концепция монотонной маршрутизации. Была исследована бесциклового маршрутизация при наличии и отсутствии монотонности. На основании сформулированных теорем разработана алгебраическая модель и валидация бесциклового алгоритма, используемого в протоколе DSN

Ключевые слова: полукольца, алгебра маршрутизации, бесциклового маршрутизация, алгоритм Беллмана-Форда, диффузионные вычисления

МЕТОД ПОВТОРНОГО ПРИМЕНЕНИЯ И ОБМЕНА ОПЫТОМ ПРИ КОЛЛЕКТИВНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ

Ю.В. Дубенко

Аннотация: определены проблемы обмена и воспроизведения опыта, сгенерированного различными агентами, в задаче многоагентного обучения с подкреплением. Кратко рассмотрены другие работы автора статьи в области многоагентного обучения с подкреплением многоагентных систем, а также выводы из этих работ. Определено, что к числу проблем многоагентного обучения с подкреплением относятся проблемы обмена и воспроизведения опыта, сгенерированного различными агентами. Рассмотрена централизованная многоагентная система, основанная на принципах обучения с подкреплением. Описаны виды агентов, которые включает данная система: агент-менеджер, обладающий мощным аппаратным обеспечением, осуществляющий управление группой агентов в рамках реализации обучения с подкреплением для централизованных многоагентных систем, и агент-подчинённый, предназначенный для непосредственного решения практических задач. Приведён стандартный алгоритм обмена опытом между агентами. Предложены решения проблемы приоритета применения опыта, полученного при решении задач различных типов, и проблемы адаптации и применения опыта, формализованного в виде макродействий. Показано, что применение макродействий может обеспечить меньшее время достижения состояния поставленной задачи - выхода агентами из лабиринта, по сравнению со стандартными алгоритмами. Разработана компьютерная модель в среде Unity для проверки эффективности предложенного метода повторного применения имеющегося опыта решения задач, формализованного в виде макродействий, приведены результаты применения этой модели. Представлен подход к «классификации опыта» для интеллектуальных агентов, согласно которому опыт интеллектуального агента может быть разделен на две группы – «элементарный опыт» и «ситуативный опыт»

Ключевые слова: иерархическое обучение с подкреплением, интеллектуальный агент, многоагентные системы, элементарный опыт, ситуативный опыт

ИНТЕГРАЦИЯ ОСНОВНЫХ СТАТИЧЕСКИХ СТРУКТУР НА ЭТАПЕ ИНФОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

О.В. Новоселова, А.С. Сидоров

Аннотация: затронуты проблемы, связанные с разработкой сложных автоматизированных систем. Целью является разработка метода интеграции описаний инфологических структур в виде диаграмм на этапе инфологического моделирования при проектировании автоматизированных систем. Инфологическое модельное представление является проектом автоматизированной системы, которая разрабатывается для решения проектных расчетных задач в вычислительной среде. Этап инфологического моделирования является этапом проектирования автоматизированных систем по методологии автоматизации интеллектуального труда. Инфологическое модельное представление не зависит от платформы реализации автоматизированной системы. Описание инфологического модельного представления включает формы (спецификации) и диаграммы для каждой составляющей: статической, динамической, функциональной и модели в целом. Для выполнения поставленной цели были использованы материалы, описывающие методологию автоматизации интеллектуального труда, а также метод проектирования автоматизированных систем – метод инфологического моделирования. При разработке метода интеграции были исследованы особенности построения диаграмм и формирования спецификаций при создании инфологической структуры, на основе которых определены метод и методика интеграции описаний статических составляющих для моделей-проектов автоматизированных систем, выполняющих расчетные задачи при проектировании объектов машиностроения. Интеграция графических описаний инфологических структур (диаграмм) позволяет сформировать полное представление статической составляющей для сложной автоматизируемой системы на этапе ее проектирования, что способствует устранению дублирования элементов при развитии системы. Необходимо отметить, что правильность формируемого инфологического представления определяет в дальнейшем рациональность организации информации и ее обработки в вычислительной среде

Ключевые слова: автоматизация интеллектуального труда, проектная задача, инфологическая структура, интеграция диаграмм

УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАПРАВЛЕННОСТИ АНТЕННЫ ДИФРАКЦИОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МЕТОДОМ ВАРИАЦИИ ПРОФИЛЯ ИЗЛУЧАЮЩЕГО РАСКРЫВА

Д.Ю. Крюков, А.В. Останков, А.Ю. Чернышев, С.Ю. Дашян

Аннотация: обеспечение эффективной работы большинства современных радиотехнических систем в диапазонах СВЧ и КВЧ невозможно без использования антенн, обладающих высоким коэффициентом полезного действия (КПД), способных формировать в пространстве остронаправленные лучи диаграммы направленности (ДН). Задача обеспечения требуемой ширины главного лепестка ДН при малом уровне бокового излучения может быть решена за счет реализации оптимального амплитудного распределения поля в раскрыве. Рассматривается антенна вытекающей волны дифракционного типа, представляющая собой открытую излучающую линию передачи и содержащая планарный диэлектрический волновод, экранированный металлической резонансной решеткой гребенчатого типа. Для антенн такого типа характерен высокий КПД, а необходимое амплитудное распределение в раскрыве может быть сформировано за счет продольной вариации прицельного расстояния – зазора между диэлектрическим волноводом и гребенчатой решеткой. Для установления наилучшей закономерности изменения прицельного расстояния использован адаптированный к условиям рассматриваемой задачи оригинальный вариант энергетического метода расчета. Согласно предложенной методике, определение степени и направления вариации прицельного расстояния сведено к задаче расчета доли мощности, отбираемой каждой канавкой гребенчатой решетки по заданному амплитудному распределению в раскрыве. Приведены основные соотношения, положенные в основу методики. Установлено, что неравномерный профиль распределительно-излучающей системы позволяет улучшить исходные показатели направленности антенны за счет повышения степени концентрации излучения в пределах главного лепестка ДН и снижения уровня боковых лепестков (УБЛ), а также увеличить коэффициент усиления (КУ) антенны. Установлено, что при изменении прицельного расстояния в соответствии с теоретически найденной закономерностью удастся снизить УБЛ и одновременно увеличить КУ по сравнению со случаем фиксированного прицельного расстояния

Ключевые слова: антенна, прицельное расстояние, периодическая решетка, дифракционное излучение, моделирование

Благодарности: исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и НЦНИ в рамках научного проекта № 20-51-15001

ИССЛЕДОВАНИЕ МАЛОГАБАРИТНОЙ УКВ-АНТЕННЫ ВИБРАТОРНОГО ТИПА С ПЛЕЧАМИ СПИРАЛЬНОЙ ФОРМЫ

В.И. Николаев, Ю.Г. Пастернак, В.А. Пендюрин, С.М. Фёдоров

Аннотация: предложена конструкция антенны на основе двухзаходной плоской Архимедовской спирали с плечами переменной ширины, предназначенной для использования в подземных условиях. Конструкция антенны позволяет уменьшить потери в грунте из-за значительной емкости между плечами спирали, хорошей изоляции плеч спирали по постоянному току и соленоидному характеру создаваемого магнитного поля. Потери в грунте являются существенным ограничивающим фактором для применения радиоустройств под землей, а методы борьбы с этими потерями рассматриваются во множестве исследований. В ходе численного моделирования были получены основные характеристики разработанной антенны: номограмма Вольперта-Смита, коэффициент отражения от входа, коэффициент полезного действия, при различном расположении антенны. Теоретические результаты были верифицированы с помощью натурных измерений макета, размещаемого в корпусе и без него. В результате проведенных исследований были установлены следующие характеристики антенны: центральная рабочая частота – 38.1 МГц, относительная ширина полосы рабочих частот – около 0.26%, среднее значение входного сопротивления – 6 Ом, суммарные потери в антенне при условии идеально проводящей и бесконечно протяженной подстилающей поверхности – около 0.9 дБ

Ключевые слова: электрически малая антенна, спиральные антенны, спираль Архимеда

ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА МИКРОВОЛНОВОГО РАДИОМЕТРИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА СПОРТСМЕНОВ

Е.В. Турецкая, Н.В. Астахов, Д.А. Дежин, А.С. Демихова

Аннотация: дается обзор методов неинвазивного измерения внутренней температуры тела спортсменов (в режиме реального времени). Несмотря на то, что существует множество вариантов измерения температуры тела для неактивных людей (например, оральные/ушные/височные/ректальные термометры), есть несколько вариантов измерения температуры тела для активных людей. Био-беспроводная технология была предложена в качестве потенциального метода мониторинга температуры тела у активных людей. Рассматриваются новые методы моделирования, основанные на существующих работах, для разработки более всеобъемлющей аналитической радиометрической модели в закрытой форме, которая позволит точно определять абсолютную температуру внутренних органов тела человека. На данный момент не существует доступного, полностью универсального уравнения системы радиометра, которое адекватно учитывало бы все потенциальные температуры источника. Также ни в одном исследовании не рассматривалась ошибка, возникающая в результате использования упрощенных уравнений системы радиометра в отношении различных уровней изоляции системы. В связи с вышесказанным проблема анализа всех факторов, которые оказывают влияние на разработку такого уравнения, а также измерения внутренней температуры человека в реальном времени с точностью 0,1 градус – это важная и актуальная задача

Ключевые слова: методы неинвазивного измерения внутренней температуры тела человека, био-беспроводная технология измерения, радиометрия, проблемы построения универсального уравнения системы радиометра с требуемой точностью и шумоподавлением

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОБЗОР МЕХАНИЗМОВ БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ НА ОСНОВЕ SDN В 5G/IMT-2020

Б. Данешманд, Л.А. Ту

Аннотация: ожидается, что рост числа мобильных устройств и потребность в пользовательских данных к 2030 году окажут беспрецедентное давление на текущую мобильную сеть. У будущих мобильных сетей должно быть несколько требований в отношении объема данных, задержки, качества обслуживания и опыта, мобильности, спектра и энергоэффективности. Поэтому в последнее время начались усилия по созданию более эффективных решений для мобильных сетей. С этой целью балансировка нагрузки привлекла большое внимание как многообещающее решение для более эффективного использования ресурсов, повышения производительности системы и снижения эксплуатационных расходов. Это эффективный способ сбалансировать трафик и уменьшить перегрузку в гетерогенных сетях в будущих сетях 5G / IMT-2020. Балансировка нагрузки - одна из наиболее важных задач, необходимых для максимального повышения производительности, масштабируемости и надежности сети. В настоящее время с появлением программно-конфигурируемых сетей (SDN) балансировка нагрузки для SDN стала важной проблемой в будущей сети 5G / IMT-2020. SDN позволяет использовать программируемые балансировщики нагрузки и обеспечивает гибкость для разработки и реализации стратегий балансировки нагрузки. В этом обзоре мы выделяем методы балансировки нагрузки на основе сетей SDN и предполагаемые требования к балансировке нагрузки в сетях 5G

Ключевые слова: балансировка нагрузки, программно-конфигурируемые сети, SDN, 5G / IMT-2020

ДВУХДИАПАЗОННАЯ ЩЕЛЕВАЯ АНТЕННА ДЛЯ СМАРТФОНА С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕХНОЛОГИИ МИМО

А.М. Жихарев, Е.А. Ищенко, С.М. Фёдоров, И.А. Черноиваненко

Аннотация: рассматривается многодиапазонная восьмипортовая МИМО антенная решетка для сетей четвертого (4G) и пятого (5G) поколений (sub-6 GHz), которая позволяет охватывать два спектральных диапазона. Для достижения многолучевого режима работы в углы печатной платы смартфона интегрированы двухэлементные ромбовидные излучатели с технологией подачи микрополосковых линий. В связи с доступностью изготовления рабочего прототипа антенны и простотой интеграции системы МИМО в печатную плату телефона разрабатываемая система МИМО 4x4 реализуется на основе щелевых антенн-излучателей. Для предложенной конструкции определены основные характеристики антенного элемента: возвратные потери (S-параметры), распределение поверхностных токов, диаграммы направленности. Для минимизации степени влияния неучтенных факторов были произведены измерения при экспериментальном исследовании, а также проведено сравнение характеристик антенны при моделировании и реальном исполнении. Для МИМО антенной решетки был определен коэффициент корреляции огибающей, а также коэффициент удельного поглощения, показавший безопасность применения конструкции для человека. Итоговые результаты моделирования показали, что ширина полосы импеданса каждого антенного излучателя составляет от 2.6 до 2.7 ГГц и от 3.45 до 3.8 ГГц, которые охватывают резонансные частоты 2.6 ГГц и 3.6 ГГц соответственно

Ключевые слова: технология МИМО, мобильная связь, мобильный телефон, 4G, 5G, излучатель, щелевая антенна, диаграмма направленности, влияние на человека, SAR

МОДЕЛИ СИММЕТРИЧНОГО ВИБРАТОРА В ЧАСТОТНОМ ДИАПАЗОНЕ

А.С. Разумихин, Ю.О. Филимонова, К.А. Лайко, Е.И. Алгазин

Аннотация: рассмотрены математические модели симметричных вибраторов для заданных габаритных размеров в частотном диапазоне. Предложен переход входных импедансов, рассчитанных для различных относительных длин вибраторов, в частотный диапазон, что необходимо для дальнейшего исследования широкополосных вибраторных антенн. Рассмотрены классические выражения для расчета входных импедансов полуволнового вибратора в частотном диапазоне, а также модели вибратора в виде последовательного RLC контура, модернизированного RLC контура, где R задана как функция от частоты, и модель на длинных линиях. Предложенные модели достаточно точно описывают классические выражения входных импедансов вибратора. Данные модели рассматриваются для классического симметричного цилиндрического вибратора в дециметровом диапазоне длин волн. Описаны и приведены эквивалентные схемы математических моделей вибратора. Проведены сравнения рассчитанных входных импедансов вибратора в частотном диапазоне по предложенным моделям с классическими выражениями. Результаты расчета входных импедансов вибратора по предложенным моделям и классическим выражениям с высокой точностью в пределах 7-10% совпадают в 67% полосе частот. Данные модели позволяют произвести простой переход к построению двух-, трехконтурных моделей вибраторных антенн

Ключевые слова: симметричный вибратор, входной импеданс симметричного вибратора, математическая модель симметричного вибратора

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ВИБРАТОР ПИСТОЛЬКОРСА С ПЛЕЧАМИ НА ОСНОВЕ ТРЕХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СПИРАЛЕЙ, ЗАМКНУТЫХ НА ТОРЦАХ

В.И. Николаев, Ю.Г. Пастернак, В.А. Пендюрин

Аннотация: представлен модифицированный вибратор Пистолькорса с плечами в виде цилиндрических спиралей. Исследовались два варианта конструкции вибратора: с противоположными направлениями намотки ветвей спирали в плечах и с одинаковыми направлениями намотки. Представленная конструкция позволяет решить актуальную задачу по уменьшению размеров антенн для радиотехнических систем. Проведено сравнение рабочих характеристик предложенных конструкций и представлены результаты экспериментального исследования. В ходе исследования был получен ряд основных параметров антенны: номограмма Вольперга-Смита, коэффициент отражения от входа, коэффициент полезного действия при различных условиях. Был изготовлен макет разработанной антенны, размещаемый в различных условиях: нижняя половина вибратора помещалась внутрь металлического цилиндра; вибратор и цилиндр размещались на вершине металлического конуса; вибратор размещался в кожухе из диэлектрика, установленном на подстилающей поверхности в виде стальной сетки. В результате проведенных исследований было установлено, что вибратору Пистолькорса с одинаковыми направлениями намотки ветвей спирали свойственна намного более широкая полоса рабочих частот по согласованию с фидерной линией, а величина его входного сопротивления примерно в 2 раза больше, чем при противоположно направленных намотках ветвей спирали

Ключевые слова: электрически малые антенны, вибратор Пистолькорса, спиральная антенна

ДЕКОМПОЗИЦИЯ СИГНАЛЬНОГО РАДИОПРОФИЛЯ В ПАССИВНОЙ РАДИОСЕНСОРНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ И АУТЕНТИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

К.А. Бойков

Аннотация: предложен способ разложения (декомпозиции) сложного сигнального радиопрофиля, зарегистрированного при собственном излучении электронных узлов, на отдельные затухающие колебания с последующим определением их основных параметров для пассивной радиосенсорной технической диагностики и аутентификации электронных устройств. Представлено общее выражение для разложения сигнального радиопрофиля, позволяющее по известным параметрам восстановить форму исходного сигнала. Показана возможность использования модифицированного оконного преобразования Фурье для нахождения числа элементарных составляющих сложного радиопрофиля с оценкой корректности преобразования на начальных этапах анализа. Получена двумерная зависимость приведенной амплитуды спектра сигнала от частоты и от временного положения «окна», позволяющая определить аналитические выражения для основных параметров исходного сигнала. Используя предложенный способ декомпозиции по полученным параметрам и выражениям, восстановлен исследуемый сложный сигнальный радиопрофиль. Вычислена взаимная корреляционная функция исходного и восстановленного сигнального радиопрофиля и на участках с низкой корреляционной связью произведена коррекция рассчитанных ранее параметров. Показана возможность повышения качества восстановления за счет введения анализа силы корреляционной связи между участками восстановленного и исходного сигналов. Сделан вывод о возможности использования представленного разложения в методах радиосенсорной технической диагностики и аутентификации электронных устройств

Ключевые слова: сигнальный радиопрофиль, декомпозиция, корреляционный анализ, преобразование Фурье, техническая диагностика, частотно-временная зависимость

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АМПЛИТУДНО-ФАЗОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

И.А. Баранников, К.А. Бердников, Е.А. Ищенко, К.В. Смусева, С.М. Фёдоров

Аннотация: рассматривается генетический алгоритм как способ расчета амплитудно-фазового распределения в фазированной антенной решетке (ФАР). Благодаря предложенному алгоритму возможно определить амплитудно-фазовое распределение с высокой точностью и эффективностью. На основе полученных значений производилась проверка полученных результатов путем проведения электродинамического моделирования с использованием двух методов: множителя антенной решетки и полного проекта антенной решетки с указанным амплитудно-фазовым распределением. На основе полученных результатов можно сделать вывод, что применение генетического алгоритма позволяет достичь требуемых характеристик диаграммы направленности, а также определить необходимое амплитудно-фазовое распределение для обеспечения направленного излучения в требуемом направлении. Для подтверждения верности работы алгоритма было определено амплитудно-фазовое распределение для направления главного лепестка в 0 и 30 градусов. В качестве электродинамической модели базовым антенным элементом выступала патч-антенна. Проведенное электродинамическое моделирование подтвердило высокую корреляцию результатов, а также верность амплитудно-фазового распределения, полученного генетическим алгоритмом. В работе приводится описание генетического алгоритма, а также представлены диаграммы направленности для всех исследованных методов расчета итоговых характеристик: математического, множителя антенной решетки, моделирования полного проекта

Ключевые слова: амплитудно-фазовое распределение, антенная решетка, генетический алгоритм

Машиностроение и машиноведение

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА ПОВЕРХНОСТНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ТРУБОПРОВОДОВ МЕТОДОМ ПОВЕРХНОСТНОГО НАКЛЕПА

О.В. Уразов, А.Д. Данилов

Аннотация: представлены результаты работы по техническому обеспечению процесса восстановления поврежденных поверхностей трубопроводов различных диаметров методом поверхностного наклепа, реализующего явление *поверхностного пластического деформирования*, приводящее к изменению распределения напряжений по толщине. В результате проведенных лабораторных исследований данного процесса на Нововоронежской АЭС был разработан специализированный технический комплекс для восстановительного ремонта поверхностных повреждений трубопроводов различного диаметра без остановки технологических процессов. С помощью лабораторного стенда были исследованы следующие физико-механические характеристики: глубина наклепа; величина остаточных напряжений; глубина распределения остаточных напряжений; время обкатки; нагрузка на ролик. Доказано очевидное преимущество роликов большего радиуса профиля - они позволяют обеспечить необходимое изменение шероховатости обрабатываемой поверхности при обкатке с большей подачей, что приводит к снижению времени технологического процесса. При этом в принятом диапазоне параметров режимов обкатки (нагрузка 2500÷3000Н, глубина вдавливания 0.04÷0.06мм) величины компонентов остаточных напряжений оказались практически идентичными для рассмотренных режимов для всех исследованных роликов. Дальнейшие исследования остаточного смещения поверхностного слоя при различных режимах обкатки, измерения микротвердости и твердости по Виккерсу с записью диаграммы вдавливания, анализ микроструктуры приповерхностных слоев стали 10ГН2МФА после ППД позволили сделать вывод о соответствии восстановленных поверхностей эксплуатационным требованиям. Таким образом, представленный в статье технический комплекс был допущен к промышленной эксплуатации

Ключевые слова: поверхностный наклеп, поверхностное пластическое деформирование, остаточное напряжение, технический комплекс