

Информатика, вычислительная техника и управление

ТОЧЕЧНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ЛАМИНАРНОГО ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ В СЕТЕВОМ НОСИТЕЛЕ

С.Л. Подвальный, В.В. Провоторов, В.Н. Хоанг, З. Тран

Аннотация: рассматривается задача точечной оптимизации дифференциально-разностной системы уравнений, формализмами которой представлен процесс ламинарного течения вязкой жидкости в сетевом носителе и дискретно изменяющейся временной переменной. При этом допускается анализ многофазовых сред. Представлены условия однозначной слабой разрешимости дифференциально-разностной системы и непрерывной зависимости слабого решения от исходных данных. Внешнее влияние на математическую модель процесса переноса (дифференциально-разностную систему) осуществляется с помощью воздействий, сосредоточенных во всех внутренних местах сопряжения (ветвления) сетевого носителя сплошной среды. Наблюдение состояния дифференциально-разностной системы осуществляется во всей области изменения пространственной переменной при дискретно изменяющейся временной переменной, минимизирующий функционал задается коэрцитивной квадратичной формой и положительным оператором, гарантирующим единственность решения оптимизационной задачи. В исследовании существенно используется сопряженное состояние и сопряженная система для исходной дифференциально-разностной системы уравнений. Получены необходимые и достаточные условия определения оптимума задачи точечной оптимизации дифференциально-разностной системы уравнений. Показана связь дифференциально-разностной системы уравнений с дискретно изменяющейся временной переменной и эволюционной дифференциальной системой уравнений с непрерывно изменяющейся временной переменной

Ключевые слова: ориентированный граф, дифференциально-разностная система, сопряженная система, точечная оптимизация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОНФИГУРАЦИИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ АППРОКСИМАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДИАГРАММ РАСТЯЖЕНИЯ

Л.В. Хливненко, В.В. Елисеев, А.М. Гольцев, Н.С. Переславцева

Аннотация: излагается способ решения задачи аппроксимации экспериментальных диаграмм растяжения искусственными нейронными сетями с архитектурой многослойного персептрона. Компьютерное моделирование обучения и функционирования обученной нейронной сети в режиме прогнозирования выполнено в Knime Analytics Platform. Для обучения сети использован метод RProp. Качество аппроксимации оценивалось по значениям показателей MSE и R^2 . Количество скрытых слоев и количество нейронов в них оказывает влияние на качество моделирования в прямой пропорциональной зависимости. При увеличении этих показателей наблюдается рост размерности матрицы весовых коэффициентов связей между нейронами. В этой связи актуальным является вопрос об оптимальном выборе внутренней структуры сети. Было изучено влияние конфигурации нейронной сети на качество аппроксимации на примере диаграммы растяжения образца, изготовленного из горячекатаного стального проката со степенью прессования 37%. Наилучшие результаты получены для модели с 4 скрытыми слоями по 40 нейронов в каждом слое. Найденная конфигурация нейронной сети апробирована на том же материале из горячекатаного стального проката со степенями прессования 16% и 6%, на высокопрочной борированной стали, на сером чугуна и полипропиленовом композитном материале с длинным стекловолокном. Проведенные исследования показали, что нейронная сеть с найденной конфигурацией успешно может быть использована для аппроксимации диаграмм растяжения образцов, изготовленных из разных материалов

Ключевые слова: диаграмма растяжения, аппроксимация, многослойный персептрон, конфигурация нейронной сети

ГИСТЕРЕЗИСНАЯ МОДЕЛЬ ВЛАГООБМЕНА В ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

В.И. Ряжских, Ж.Б. Холмуродов, В.С. Ножкин, О.И. Канищева

Аннотация: динамика влагосодержания в подстилающей поверхности и атмосфере играет ключевую роль в моделях атмосферных процессов и явлений. В частности, процессы генезиса внутримассовой облачности, туманов испарения, дымок и др. напрямую связаны с влагосодержанием почвы и атмосферной влажностью. Кроме того, с учетом существенного вклада влагосодержания на энергетику атмосферы указанный параметр является ключевым фактором в формировании мезо- и микромасштабных движений воздушных масс. Наконец, атмосферное и связанное с ним влагосодержание почвы вместе с барическим и температурным полем фактически определяют наличие (отсутствие) таких опасных природных явлений, как ливни, грозы, обледенение и др. В этой связи совершенствование моделей динамики влагосодержания подстилающей поверхности представляется важной и интересной задачей.

Предлагается новая модель, описывающая динамику влагосодержания в почве, основанная на гистерезисной связи между удельным содержанием влаги в почве и матричным потенциалом. Указанная модель формализуется посредством системы дифференциальных и алгебраических уравнений. При этом в качестве модели гистерезисных связей используется преобразователь Прейсаха – модель континуальной системы неидеальных реле, соединенных параллельно. Полученные результаты в рамках вычислительного эксперимента – динамика влагосодержания в течение конечного временного промежутка - сравниваются с реальными данными на примере территорий, расположенных в южной части России и Узбекистана

Ключевые слова: влагосодержание в почве, гистерезис, дифференциальные уравнения, преобразователь Прейсаха

ОСВЕЩЕНИЕ И РЕНДЕРИНГ МОДЕЛЕЙ С ИМПОРТИРУЕМОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ В СБОРОЧНЫХ УЗЛАХ ЦИФРОВЫХ МАКЕТОВ ИЗДЕЛИЙ

А.Н. Юров

Аннотация: рассмотрены подходы, обеспечивающие освещённость объектов и визуальное представление моделей в составе сборочных единиц. В качестве исходных моделей объектов используются цифровые макеты сборочных единиц, которые представлены экспортными форматами данных в системах моделирования. Для обоснования разработки программного модуля подготовлено структурное описание проектного решения для отображения моделей в высоком качестве с фотореалистичными характеристиками. Создано программное решение, обеспечивающее функциональные возможности по визуализации и отображению моделей в составе сборки с эффектами, которые соответствуют условиям поведения объектов в реальном мире. Программный модуль в реализации рендеринга моделей, входящих в состав импортируемых сборочных единиц, выполнен на классах и методах открытого геометрического ядра Open CASCADE, где посредством диалогов, а также с помощью вспомогательных элементов производятся визуализация и освещение поверхностей объектов. Кроме того, в программном обеспечении реализованы средства просмотра и представления моделей в отдельном масштабируемом окне, имеется функционал для изменения цвета моделей, удаления отдельных моделей в сборочном узле, показан состав импортируемого сборочного узла при условии, что указанные записи размещены в экспортном формате данных. Разработка подготовлена для использования в операционной системе Linux Manjaro на базе 64-х разрядной архитектуры

Ключевые слова: представление моделей, рендеринг объектов, цифровые макеты изделий, геометрическое ядро Open Cascade, операционные системы с открытым исходным кодом

МНОГОУРОВНЕВАЯ СИГНАЛЬНАЯ АДАПТАЦИЯ В НЕСТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

С.Л. Подвальный, Е.М. Васильев

Аннотация: рассматривается задача построения адаптивных регуляторов для нестационарных систем автоматического управления. Отмечено, что известные схемы сигнальной адаптации не обеспечивают заданное качество регулирования в широком диапазоне изменения параметров объекта. Выдвигается предположение, что указанный недостаток может быть устранён, если для решения поставленной задачи воспользоваться принципами модульности и многоуровневости управления, составляющими в своей совокупности эволюционную концепцию многоальтернативности строения и функционирования сложных систем. Для реализации сигнальной адаптации на основе указанных принципов предложено исходный объект высокого порядка разбить на структурные и физические элементы низкого порядка. Показано, что если динамическая сложность каждого структурного элемента объекта по числу доминирующих корней характеристического полинома не превышает второго порядка, то для любого выделенного элемента может быть реализована простейшая одноуровневая подсистема сигнальной адаптации с явной эталонной моделью. Каждая такая подсистема обладает значительными запасами устойчивости по амплитуде и фазе, что позволяет обеспечить высокое качество адаптации в любой из них. Предложена структура системы управления, содержащая многоуровневую схему сигнальной адаптации, которая представляет собою иерархически подчинённое соединение одноуровневых схем с двумя параллельными каналами: каналом с каскадами объекта и каналом с соответствующими каскадами эталонной модели. Такая организация многоуровневой схемы исключает последовательное накопление ошибок адаптации в каждом каскаде. Составлена математическая модель схемы многоуровневой сигнальной адаптации и исследованы её адаптационные возможности. Отмечено, что для обеспечения нулевой установившейся ошибки схему адаптации целесообразно охватить дополнительным контуром регулирования по отклонению с интегратором в прямом канале системы. Представлены результаты численного моделирования предложенной схемы многоуровневой адаптации в сравнении с традиционной одноуровневой схемой и подтверждена высокая эффективность использованного в работе многоальтернативного подхода к управлению нестационарными системами

Ключевые слова: нестационарные системы управления, концепция многоальтернативности, принцип многоуровневости, сигнальная адаптация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШАБЛОНА ДВИЖЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ НА ТРЕНАЖЕРЕ

А.А. Сиухин, С.В. Карпушкин

Аннотация: подготовка и тестирование специалистов горнодобывающей промышленности требует использования специальных устройств на базе беговых тренажеров. Тренажеры должны обеспечивать реалистичные условия передвижения в процессе тестирования, но наличие запаздывания реакции бегового тренажера препятствует своевременной реакции аппаратного обеспечения на действия пользователя. Несвоевременная реакция тренажера выводит пользователей из равновесия, особенно при использовании средств визуального сопровождения – шлемов виртуальной реальности. Описан принцип поиска и использования шаблонов движения пользователя для систем адаптивного управления тренажеров с камерами-наблюдателями, в основе которого – поиск закономерностей в последовательных кадрах от наблюдателей. Закономерности с одинаковым количеством кадров используются для формирования шаблона движения пользователя. Выбор кадров для шаблона осуществлялся по величине среднего модального значения, характеризующего изображение в кадре, поэтому шаблон движения пользователя собирается из кадров, ранее полученных от наблюдателей. Представлен шаблон движения пользователя, полученный в результате реализации описанных принципов. Использование представленного подхода требует внедрения модуля предвзятельного анализа кадров и не требует изменения конструкции тренажера с камерами-наблюдателями. Описаны перспективы использования найденного шаблона для решения задачи компенсации запаздывания реакции бегового тренажера

Ключевые слова: алгоритм, система управления, беговой тренажер, машинное зрение, компенсация запаздывания, шаблоны действий

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ДАЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ИНФРАКРАСНЫХ СКАНИРУЮЩИХ СИСТЕМ ПАССИВНОГО ТИПА

Д.А. Смирнов, А.М. Делендик, А.В. Николенко, С.Ю. Вахмин, К.В. Николенко

Аннотация: представлена и раскрывается расчётно-экспериментальная методика дальности инфракрасных сканирующих систем пассивного типа, входящая в состав системы технического зрения. Необходимо отметить, что под системой технического зрения понимается комплекс бортового оборудования, предназначенного для обзора при последовательном сканировании подстилающей земной поверхности, которую можно представить состоящей из специальных компонентов, угловая величина которых в равной степени подобна краткостному углу ракурса системы технического зрения. В отдельных случаях в краткостном участке зрения обнаруживается целевой ориентир, при этом мультиконтроллер микросхемной схемы выдаёт кратковременный командный импульс, который оказывает влияние на компоненты структуры электрической схемы с переключением регламента поиска цели на регламент захвата целевого ориентира и автоматического его непрерывного сопровождения. Предельная дальность, на которой должна быть выявлена цель с конкретной вероятностью, обуславливается числовым отношением: сигнал/шум. Также регистрируется энергия сопровождаемого сигнала цели при обнаружении целевого ориентира на предельной дальности с заданными величинами и характеристиками. Необходимо определить так называемый параметр обнаружения. Он определяется по кривым обнаружения исходя из заданных значений показателей качества обнаружения – вероятности правильного обнаружения и вероятности ложной тревоги

Ключевые слова: методика расчёта дальности, расчётно-экспериментальный метод, система технического зрения, инфракрасные сканирующие системы, пассивные системы, распознавание и обнаружение объектов интереса

КОЭФФИЦИЕНТНАЯ ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

Лэ Ван Хуен

Аннотация: в рамках математической модели кинетики процесса нефтепереработки изучена обратная задача: по заданным концентрациям исходного вещества и продуктов определить константы скорости реакций. Предложена методика решения этой задачи, основанная на методе конечных разностей, методе интерполирования исходных данных – кубического сплайна и методе регуляризации Тихонова. В результате проведенных расчетов найдены приближительные константы скорости реакций. Чтобы оценить приемлемость найденных приближительных констант скорости реакций, проверено совпадение между измеренными и расчетными концентрациями исходного вещества и продуктов. Для этого использованы статистические параметры: коэффициент корреляции Пирсона R^2 и показатель эффективности Нэша-Сатклиффа NSE . Найденные приближительные константы скорости реакций позволяют прогнозировать концентрации исходного вещества и продуктов в любой момент времени путем решения системы дифференциальных уравнений. Например, когда нужно определить концентрацию веществ в какой-то момент в прошлом, но мы не можем произвести измерение, или в будущем без проведения измерения. Более того, из найденных приближительных констант скорости реакций можно определить показатели в реакциях процесса нефтепереработки, такие как энергию активации, температуру

Ключевые слова: обратная задача, математическая модель, химическая кинетика, процесс нефтепереработки, метод конечных разностей, метод кубического сплайна, метод регуляризации Тихонова

ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ НОРМАЛЕЙ НА ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ СБОРОЧНЫХ УЗЛОВ

А.Н. Юров

Аннотация: при проектировании систем, отвечающих за частичную или фрагментную автоматизацию, необходимо проведение исследований касательно тех компонентов инженерных программных продуктов, где это действительно целесообразно. Операции по работе с нормальными могут быть востребованы при задании направлений установки размеров, технических требований в составе сборочной единицы, а также анализе взаимных пересечений поверхностей моделей деталей в составе сборочных единиц при проектировании изделий. Для автоматизации процесса по внесению размеров в модель требуется корректно определять направление построения размеров, иначе размер будет скрыт формой объекта цифровой модели. Одним из вариантов решения проблемы по определению направления построения размеров является подход позиционирования нормалей к поверхности, на которой есть заданные контрольные точки, относительно которых создаются размеры. Приведены компоненты геометрического ядра, обеспечивающие разделение сборочного узла на отдельные объекты-модели, рассмотрена топология моделей, а также порядок извлечения граней из формы модели. Определена схема разработки программного решения для разработки программного приложения. Создан автономный пользовательский интерфейс приложения с реализацией построения нормалей средствами Open CASCADE. Реализация выполнена для операционных систем Linux с 64-разрядной архитектурой

Ключевые слова: представление моделей, моделирование процессов и систем, построение нормали к поверхности, цифровые макеты изделий, геометрическое ядро Open Cascade, операционные системы с открытым исходным кодом

ПРЯМАЯ И ОБРАТНАЯ ЗАДАЧИ ДЛЯ ПАССИВНЫХ ЗОН КОНВЕЙЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ПРОТЯЖЕННОГО ОБЪЕКТА

Н.М. Мишачев, А.М. Шмырин, И.И. Супрунов

Аннотация: рассматривается задача аддитивной конвейерной обработки протяженного объекта при наличии трех последовательных зон конвейера. Первая и третья зоны являются пассивными, в этих зонах изменение свойств объекта описывается некоторым локальным детерминированным законом, примером которого является уравнение теплопроводности. Аддитивная обработка объекта происходит во второй, активной зоне. Алгоритм обработки был описан ранее в статьях авторов. Исходными данными для алгоритма являются профили свойств объекта на выходе из первой зоны и на входе в третью. В то же время исходными данными общей задачи являются другие профили, а именно, профили свойств объекта на входе в первую зону и на выходе из третьей зоны. Для нахождения двух требуемых профилей нужно решить прямую задачу для детерминированного самодействия объекта в первой пассивной зоне конвейера и обратную задачу для самодействия в третьей пассивной зоне. Движение объекта можно описывать в координатах Лагранжа (т.е. в системе координат объекта) или в координатах Эйлера (т.е. в системе координат конвейера). В данной работе для решения прямой и обратной задач используются координаты Эйлера

Ключевые слова: конвейерная обработка, пассивные зоны, прямая и обратная задачи

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕДАЧИ ТРАФИКА В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CISCO PACKET TRACER

К.И. Никишин

Аннотация: распределенные компьютерные сети упрощают архитектуру сети и администрирование сети, повышая ее отказоустойчивость и возможность процесса резервного копирования. К такому типу сети относится программно-конфигурируемая сеть (ПКС). ПКС является перспективной и востребованной технологией передачи разнородного трафика, при котором для его направления в сети и взаимодействия с базовой аппаратной инфраструктурой используются контроллеры на базе ПО или API-интерфейсы. Цель - исследовать ПКС с помощью имитационного моделирования через специализированные сетевые программы для оценки передачи трафика в сети, пропускной способности и задержки передачи. Описана некоторая часть передачи трафика в ПКС с помощью аппарата сетей Петри пакета CPN Tools. Проведено имитационное моделирование в программе Cisco packet tracer. Была разработана и исследована сеть ПКС с одиночным контроллером в Cisco packet tracer. Описаны особенности конфигурирования сети, формирования IP-адресов, масок и шлюзов. Исследовано перемещение трафика в ПКС, оценены быстродействие пакетов в сети и доля потери пакетов, а также корректность работы оборудования в сети. В разработанной модели Cisco packet tracer представлены диаграммы состояния хостов и сетевых устройств (коммутаторы, маршрутизаторы), показано количество отправленных команд ping к хостам и процент дошедших до них пакетов, для сетевых устройств – процент состояния управления ими

Ключевые слова: программно-конфигурируемая сеть, Ethernet, OpenFlow, разнородный трафик, сети Петри, CPN Tools, Cisco Packet Tracer

О ПРИМЕНЕНИИ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ БОЛЬШИХ ДАННЫХ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ НАБЛЮДЕНИЙ

С.С. Колмогорова, Н.О. Голубятникова

Аннотация: за последнее десятилетие значительно увеличилось число методов машинного обучения, а также областей их применения и подходов в связи с необходимостью разработки более точных и надежных моделей прогнозирования. Рассмотрен подход прогнозирования параметров электромагнитного поля на основе распределенной среды Apache Spark Streaming. Первоначально данные с различных датчиков электромагнитного поля в реальном времени обрабатываются до уровня структурированных данных, являющихся входными данными в модели прогнозирования, которая фокусируется на прогнозировании типа значения с учетом нескольких классов. Кроме того, для повышения эффективности прогнозирования был использован метод регуляризации для выбора признаков, чтобы уменьшить переобучение. Описанная архитектура представляет собой интеграцию Apache Kafka, Spark и Cassandra и рекомендуется к применению для прикладного мониторинга и прогнозирования состояния систем различного профиля. Экспериментальный анализ показывает, что использование метода регуляризации повышает эффективность рекуррентной нейронной сети при прогнозировании параметров электромагнитного поля. Предложенная модель способна эффективно использовать смешанные прикладные данные, уменьшает вероятность переобучения модели и снижает вычислительные затраты

Ключевые слова: электромагнитное поле, потоковые данные, машинное обучение, Apache Cassandra, Apache Kafka, Apache Spark, большие данные, электрометрия, прогнозирование, распределенная система сбора данных

Радиотехника и связь

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНЫМ УСИЛИТЕЛЕМ КЛАССА D

А.В. Башкиров, И.В. Свиридова, Р.Н. Хорошайлов

Аннотация: в аудиоусилителях с переключаемым режимом для улучшения качества звука усилителя использовались контуры управления. Поскольку в этих усилителях используется высокочастотная модуляция, необходимо внимательно проектировать контроллер. Кроме того, коэффициент качества выходного фильтра может оказать большое влияние на возможности контроллера по подавлению шума и отслеживанию аудиосигнала. Представлены методы проектирования современного управления высокочастотным усилителем класса D. Разработанный метод управления позволяет легко решить проблему проектирования высокопроизводительного контроллера, когда выходной фильтр имеет высокий коэффициент качества звука. Результаты показывают, что контроллер способен обеспечить явное улучшение общего уровня гармонических искажений с улучшением до 30 раз по сравнению с разомкнутым контуром при явном снижении шума, что позволяет добиться лучшего качества звука. Приведены принципы моделирования пространства состояний и то, как его можно использовать в сочетании с усилителями класса D. Современные методы теории управления будут применены для проектирования и моделирования интегрирующего контроллера с полной обратной связью по состоянию для использования с высокочастотным мостовым усилителем класса D

Ключевые слова: усилитель класса D, моделирование, оптимальное управление, модель пространства состояний

ЦИФРОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ЗНАЧЕНИЯ СИГНАЛА

В.П. Литвиненко, Ю.В. Литвиненко, Д.В. Шатилов

Аннотация: рассматривается цифровой измеритель действующего значения сигналов произвольной формы. Вычислительный алгоритм реализует прямое определение искомой величины без необходимости пересчета показаний в зависимости от формы сигнала, не требует синхронизации с обрабатываемым сигналом и обеспечивает формирование итогового результата после поступления каждого очередного символа при минимуме простых арифметических операций и высокой точности измерений. Проведен анализ характеристик измерителя, рассмотрено влияние на точность асинхронности выборки отсчетов сигнала с его периодичностью. Сформулированы требования к разрядности аналого-цифрового преобразователя и объема выборки отсчетов измеряемого сигнала. Проведено статистическое имитационное моделирование цифрового измерителя, получены оценки погрешности результата. Реализованы макеты высокоточного источника переменного напряжения на основе цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) и измерителя действующего значения напряжения на базе программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС), проведена оценка необходимых аппаратных ресурсов. Получены результаты измерения постоянных и переменных (гармонического и пилообразного) напряжений, формируемых на основе прецизионных источников опорного напряжения. Измеритель может быть использован при проектировании цифровых вольтметров и амперметров переменного тока, показания которых не зависят от формы сигнала, допускает простую аппаратную

реализацию и обеспечивает возможность измерения как низкочастотных, так и высокочастотных переменных сигналов

Ключевые слова: действующее значение сигнала, измерение, погрешность, моделирование, программируемые логические интегральные схемы

ИССЛЕДОВАНИЕ СДВОЕННОГО СФЕРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ С СОСТАВНЫМИ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

С.В. Бирюков, А.В. Тюкин, Л.В. Тюкина

Аннотация: исследуется новый тип электроиндукционных сферических датчиков напряженности электрического поля, относящийся к сдвоенным датчикам. Сдвоенные датчики по конструктивному исполнению чувствительных элементов делятся на три группы. К ним относятся датчики с накладными, составными и раздельными чувствительными элементами. Ранее автором были исследованы датчики с накладными чувствительными элементами. Данная работа посвящена исследованию сдвоенных датчиков с составными чувствительными элементами. Исследование проводилось с целью улучшения метрологических характеристик известных электроиндукционных сферических датчиков при их использовании в сильно неоднородных электрических полях. Результаты исследования показали, что сдвоенные датчики обладают лучшими метрологическими характеристиками, чем известные. При проведении исследований установлена взаимосвязь погрешности сдвоенного датчика от неоднородности поля и его угловых размеров чувствительных элементов. С учетом этой взаимосвязи составлена математическая модель, с использованием которой проведена оптимизация угловых размеров чувствительных элементов датчика с точки зрения минимума погрешности и максимума пространственного диапазона измерения. В результате моделирования установлены оптимальные угловые размеры чувствительных элементов сдвоенного датчика с составными чувствительными элементами, равные $\theta_1=46,38^\circ$, $\theta_2=49,02^\circ$ и $\theta_3=90^\circ$. Этим угловым размерам составных чувствительных элементов соответствует минимально возможная погрешность $\delta=\pm 2,25\%$

Ключевые слова: напряженность электрического поля, измерение, двойные датчики, сдвоенные датчики, составные чувствительные элементы, погрешность от неоднородности поля

МЕТОДИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КАНАЛОВ ПОЕЗДНОЙ РАДИОСВЯЗИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

М.В. Хорошайлова, А.В. Турецкий, Р.Н. Хорошайлов

Аннотация: рассматриваются принципы передачи данных по каналу радиосвязи с целью обеспечения информационной безопасности, а также предотвращения потери информации при передаче по радиоканалу. Способ передачи данных включает этапы, на которых сервер станции получает информацию, компилирует данные управления и отправляет первое беспроводное сообщение на наземную систему приема информации, затем система наземного радиовещания получает первое беспроводное сообщение, отправленное станционным сервером данных, и перекодирует это сообщение во второе сообщение, затем наземная система вещания для обеспечения безопасности отправляет второе беспроводное сообщение в систему связи для обеспечения безопасного радиоканала в одностороннем режиме вещания. Проведенные эксперименты показывают, что при любом размере пакета в стандартной цифровой системе радиосвязи при увеличении нагрузки на систему время прохождения пакетов увеличивается. С помощью эксперимента было доказано, что система удовлетворяет требования ко времени прохождения пакетов со скоростью передачи до 1,4 Кбит/с. В ходе эксперимента были рассмотрены вопросы связи между радиоблочным центром и коммутационным центром TETRA, соединения радиоблочного центра с системами электрической централизации, модернизации бортового оборудования локомотива и проверки алгоритмов работы стационарного оборудования. Установлено, что эксплуатационные характеристики цифровой системы радиосвязи TETRA приводят к регулярным отказам системы SIRDP-E (система интервального регулирования движения поездов на основе радиоканала)

Ключевые слова: пакеты передачи данных, информационная безопасность, пропускная способность, цифровой канал связи

НЕПРОФИЛИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОД-ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ КОМБИНИРОВАННОГО УДАЛЕНИЯ ЗАУСЕНЦЕВ В МЕСТАХ СОЕДИНЕНИЯ СОПРЯЖЕННЫХ ГРЕБЕНЧАТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

О.Н. Кириллов, В.П. Смоленцев, Г.А. Сухочев, С.С. Юхневич, Е.В. Котуков

Аннотация: рассмотрены возможности комбинированной обработки непрофилированным электродом-щеткой заусенцев в пазах со сложной геометрической формой. Предложена конструкция электрода щетки-кисточки для удаления заусенцев. Щетка-кисточка состоит из державки и рабочей части, изготавливаемой из металлической проволоки. Рабочая часть помещается в диэлектрическое кольцо из пластичного материала, расположенного по наружной поверхности кольца, и твердого, расположенного по его внешней поверхности. Диэлектрическое кольцо имеет отверстие в виде конуса. Отверстие своим меньшим диаметром размещено со стороны металлической проволоочной рабочей части. Кольцо при этом имеет высоту, не превышающую глубину обрабатываемого паза детали без учета максимальных геометрических размеров удаляемого заусенца. Диэлектрическое кольцо имеет два внутренних диаметра, больший - определяется по минимальной ширине паза без учета двойной толщины обрабатываемого заусенца, и меньший - выполненный не меньше диаметра рабочей проволоочной части при максимально рекомендованной для данного вида обработки плотности набивки проволоки в пучке. Рабочая часть электрода щетки-кисточки выбирается с длиной, которая не менее глубины зачищаемого паза, и диаметром в месте соединения рабочей части и державки щетки-кисточки, равным самой большой ширине обрабатываемого паза в изделии. Рассмотрен способ удаления заусенцев непрофилированным электродом щеткой-кисточкой в пазах оребрения охлаждения жидкостных ракетных двигателей. Приведены практические результаты проведенного эксперимента по удалению заусенцев в пазах, полученных фрезерованием

Ключевые слова: заусенцы, комбинированная обработка, электрод, щетка-кисточка, рабочая среда, ракетный двигатель

