

Информатика, вычислительная техника и управление

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ МУЛЬТИАГЕНТНОГО РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

О.В. Петрова, С.В. Иванов, И.Д. Королев, Д.Г. Белоножко

Аннотация: особенностью функционирования автономных мобильных роботов, в том числе и беспилотных летательных аппаратов (БЛА), является высокий уровень неопределенности, что вызвано непредсказуемостью внешней среды, высокой размерностью пространства состояний, отсутствием точных математических моделей, иерархичностью принимаемых решений по управлению. Рассматривается решение задачи поиска вероятностной характеристики нахождения мультиагентного робототехнического комплекса в конкретных состояниях функционирования в режиме обмена информацией. Актуальность данной проблемы заключается в том, что один робот не может выполнять большое количество разноплановых задач, что характеризуется большим потоком информации, передаваемой по каналам управления. В связи с этим возникает необходимость обеспечения достаточной пропускной способности канала управления группой агентов. Выполнение стоящих перед мультиагентным робототехническим комплексом разноплановых задач возможно только при использовании многоканальной системы передачи информации. В работе приведен анализ принципов работы многоканальной системы передачи информации в канале управления. Анализ показал, что для решения задачи обеспечения передачи информации как внутри комплекса между агентами, так и во внешней среде, целесообразно использовать многоканальную систему передачи информации с разной пропускной способностью каналов, при этом должен быть определен основной канал и запасные, которые подключаются к работе при невозможности основным каналом обрабатывать все поступающие заявки с вероятностью 0,95. Целью данной работы является оценка вероятности безотказной работы системы обработки информации мультиагентного робототехнического комплекса в режиме передачи информации при возникновении большой нагрузки на канал управления с особой спецификацией. Для достижения данной цели в работе в качестве многоканальной системы передачи информации рассматривается многоканальная система массового обслуживания (СМО) с разной пропускной способностью каналов

Ключевые слова: большой поток информации, робототехнический комплекс, беспилотный летательный аппарат, многоканальная система обработки информации, система массового обслуживания, киберфизические системы

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УПРАВЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ В СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СРЕДЕ MATLAB+SIMULINK

А.М. Литвиненко, Л.Б. Афанасьевский, А.Н. Горин, М.А. Чурсин

Аннотация: рассмотрен подход к прямому определению параметров управляющих устройств, обеспечивающих минимальные значения обобщенных показателей переходных процессов в каскадных системах управления и в системах управления с импульсом по производной из промежуточной точки объекта. Модели систем управления созданы в среде Simulink. Объекты в моделях задаются передаточными функциями и моделями в пространстве состояний. Модели в пространстве состояний формируются с помощью представления дифференциальных уравнений высоких порядков, описывающих поведение объектов, в виде системы дифференциальных уравнений первого порядка, записываемых в форме Коши. Даны фрагменты документа Mathcad для вычисления элементов матриц модели в пространстве состояний. Переходный процесс формируется как результат интегрирования с переменным шагом системы дифференциальных уравнений модели системы управления. Для каждого сеанса моделирования, задаваемого одной точкой из пространства значений входных параметров модели, в программе Matlab определяется количество точек переходного процесса для вычисления значения обобщенного показателя. Приведены фрагменты программного кода для построения планов экспериментов на моделях систем управления, реализующих случайный поиск, вычисления обобщенных показателей переходных процессов в Matlab и определения параметров управляющих устройств, обеспечивающих минимальные значения обобщенных показателей. Представлены графики оптимальных переходных процессов в каскадной системе управления и системе с импульсом по производной из промежуточной точки объекта

Ключевые слова: системы управления, переходный процесс, модель системы управления, Matlab, Simulink

ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ NX OPEN

А.М. Нужный, М.В. Веркошанский, Н.И. Гребенникова, С.Л. Кенин

Аннотация: рассматривается вопрос создания пользовательского инструментария для системы автоматизированного проектирования Siemens NX, предназначенного для параметризации твердотельных моделей, представленных в виде сборки. Приведен перечень прикладных программных интерфейсов, предоставляемых системой Siemens NX и предназначенных для разработки пользовательских программных модулей, интегрируемых в систему. Рассмотрены назначение, архитектура, состав и функциональные возможности таких инструментов, как NX OPEN и Journaling. Выбор этих средств определен тем фактом, что они предоставляют наиболее эффективные инструменты для разработки пользовательских приложений, ориентированных на манипулирование твердотельными моделями. Актуальность разработки редактора твердотельных моделей определяется тем, что он является одним из составных элементов разрабатываемой системы параметрического моделирования, позволяющей значительно повысить эффективность создания параметрических описаний существующих твердотельных моделей. При разработке функционала приложения выполнены следующие требования: реализована возможность изменения практически всех параметров твердого тела; осуществляется проведение анализа ребер и граней твердого тела; предусмотрено сохранение набора параметров существующего твердого тела для последующего применения к другим твердотельным объектам. Приведено описание принципов работы созданного программного продукта, рассмотрена его архитектура и описаны классы и интерфейсы объектной модели Open NX, используемые в приложении

Ключевые слова: параметрическое моделирование, NX API, редактор твердых тел

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЧЕТКИХ СЕТЕЙ ПЕТРИ ТИПА V_f

В.А. Мустафаев, М.Н. Салманова

Аннотация: рассмотрено моделирование сложных параллельных и распределенных систем, описывающих функционирование динамических объектов в условиях неопределенности. Предложен подход для моделирования сложных распределенных параллельных систем, который базируется на математическом аппарате нечетких сетей Петри типа V_f (НСПВ $_f$), представляющих собой расширение обычных сетей Петри с неопределенностью маркировки позиций. Определены правило срабатывания переходов и динамика изменения начальной и последующих маркировок НСПВ $_f$. Разработан алгоритм функционирования и вычисления структурных элементов НСПВ $_f$. Предлагаемый алгоритм обеспечивает эффективное преобразование вещных данных во внутренний формат, используемый в среде моделирования, решение задачи разрешимости срабатывания переходов, находящихся в состояниях конфликта, автоматическое выявление тупиковых ситуаций, а также упрощает и ускоряет процесс моделирования. На примере модуля параллельно функционирующих обрабатывающих устройств показано, что в результате полученная последовательность срабатывания переходов полностью описывает процесс функционирования НСПВ $_f$. На основе компьютерного эксперимента получена диаграмма достижимости в виде последовательности матриц

Ключевые слова: модель, алгоритм, нечеткие сети Петри, матрица инцидентности, модуль обработки

ОБРАБОТКА И РАСПОЗНАВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПОСРЕДСТВОМ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

В.Г. Бондарев, Д.А. Смирнов, Н.И. Майгурова, А.В. Николенко, К.Ю. Гусев

Аннотация: одним из многообещающих средств измерения и навигации на транспорте являются системы технического зрения. Наиболее актуальным направлением применения систем технического зрения выступает решение задачи автоматизации сложных этапов полета летательных аппаратов. Рассмотрение подобных задач актуально как для военных летательных аппаратов, так и для гражданской авиации. В работе решается задача по определению центра яркости маяка для осуществления посадки, локальной навигации в окрестности аэродрома с помощью алгоритма, основанного на аппроксимации зависимости яркости пикселей, образующих полуконтрастную границу круга с использованием бинаризации изображения светодиодного маяка; предложен способ распознавания объектов с помощью сравнения форм изображений как простых, так и сложных с описанием контуров бинаризованных изображений, сравнения форм контуров особенностей по правилам, напоминающим процедуру вычитания чисел, при этом для определения центра яркости изображения объекта учитывалась яркость пикселей как внутри контура, так и соседних (приграничных) пикселей изображения. Именно посредством такой комбинации алгоритмов и методов данные задачи решены в полном объеме, а результаты работы могут быть реализованы на практике с повышенными показателями точности

Ключевые слова: летательные аппараты, система технического зрения, центр яркости маяка, яркость пикселей, форма изображения, контуры бинаризованных изображений

СИНТЕЗ АДАПТИВНОЙ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ЗАДАННЫМ ЗАПАСОМ УСТОЙЧИВОСТИ

В.С. Кудряшов, М.В. Алексеев, А.В. Иванов, О.А. Орловцева, И.В. Иванова

Аннотация: статья посвящена решению задачи разработки адаптивной цифровой системы, которая может быть использована для управления различными технологическими процессами. Проведен анализ типовой адаптивной цифровой системы управления с настраиваемой моделью, в которой оптимизация настроек цифрового регулятора выполняется на каждом такте квантования по адаптируемой модели объекта, что значительно увеличивает вычислительную нагрузку на систему. Предлагается оптимизацию настроек цифрового регулятора выполнять только при снижении запаса устойчивости системы. Для этого разработано математическое и программное обеспечение исследования запаса устойчивости по критерию Найквиста при дрейфе параметров системы. Установлена связь «запретной областью», характеризующей запас устойчивости, и динамической характеристикой замкнутой системы управления. Выполнен синтез адаптивной цифровой системы управления с заданным запасом устойчивости, отличающейся от типовой адаптивной системы включением блока анализа, который позволяет оценить запас устойчивости по критерию Найквиста и определить момент для оптимизации настроек цифрового регулятора. При этом запас устойчивости задается по требованиям ведения конкретного технологического процесса. Проведенные исследования с различными параметрами моделей объекта управления показали эффективность предлагаемой адаптивной цифровой системы

Ключевые слова: адаптивная система, модель объекта, цифровой регулятор, запас устойчивости

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИБКОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СБОРОЧНО-МОНТАЖНОГО ЦЕХА

Д.П. Лашенов, В.Л. Бурковский

Аннотация: рассмотрено имитационное моделирование гибких производственных систем на основе математического аппарата теории массового обслуживания (ТМО). Важнейшей спецификой данных систем является их нестационарная гибкая структура, обеспечивающая высокую степень адаптации к изменяющимся внешним и внутренним параметрам технологических объектов и позволяющая производить широкую номенклатуру наукоемкой продукции при непрерывном процессе ее обновления и усовершенствования конструкции. Современная инструментальная среда имитационного моделирования AnyLogic дает широкие возможности для максимально полноценной реализации подобных моделей, позволяет наглядно структурировать модель производственной системы, задать все необходимые параметры, ограничения и требования для того, чтобы провести анализ работы системы и сформировать оптимальный набор параметров для решения поставленных задач. Рассматривается пример реализации имитационной модели производства блоков электрических приводов на базе гибкой производственной системы сборочно-монтажного цеха. Структура модели представляет собой многофазную многоканальную систему массового обслуживания (СМО). Приведены подробное описание состава модели, назначение и характеристики ее составных элементов. На основе заданных требований и исходных данных модели составлена оптимизационная задача. Представлены результаты проведения оптимизационного эксперимента с последующим запуском модели с полученными оптимальными параметрами

Ключевые слова: имитационное моделирование, математическая модель, гибкая производственная система, технологический процесс, оптимизация, система массового обслуживания, инструментальная среда AnyLogic

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ НЕСВОЕВРЕМЕННОГО ЗАВЕРШЕНИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗАЯВОК

С.А. Олейникова, К.Е. Киселев, И.А. Селищев

Аннотация: объектом исследования в данной работе являются многостадийные системы со случайным временем выполнения отдельных работ. Предполагается, что процесс обслуживания заявки представляет собой выполнение множества последовательно-параллельных работ. Поскольку время обслуживания всей заявки является случайной величиной, предметом исследования является разработка математического аппарата, представляющего собой оценки вероятностей несвоевременного завершения обслуживания. Частично заданная задача уже была решена. В частности, был разработан метод Program Evaluation and Review Technic (PERT), позволяющий в том числе оценить закон распределения (с точностью до параметров) случайной величины, представляющей собой длительность обслуживания. Однако данный метод основан на предположениях, которые для реальных систем практически никогда не могут иметь место. В связи с этим возникает необходимость в проведении вычислительного эксперимента, позволяющего оценить точность существующих оценок, позволяющих определять вероятности несвоевременного обслуживания. В качестве исходных данных для эксперимента подаются взаимная зависимость и числовые характеристики работ, множеством которых задается заявка. На выходе получаем подтверждение или опровержение гипотезы о нормальном распределении выборки, каждый элемент которой описывает время выполнения всех работ. Результаты эксперимента свидетельствуют о необходимости получения более точных оценок для описания закона распределения соответствующей случайной величины

Ключевые слова: стохастические многостадийные системы, длительность обслуживания, PERT, функция распределения, плотность распределения, вычислительный эксперимент

АНАЛИЗ ВЗАИМНОГО ТЕПЛООБМЕНА РЕБРИСТОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ

А.И. Борисова, В.Л. Бурковский, Ю.В. Писаревский, В.Б. Фурсов

Аннотация: рассматривается поверхность с ребрами прямоугольного профиля, которые воспринимают тепловой поток от некоторого источника теплоты и рассеивают его в окружающую среду за счет радиации. Для достижения стационарного температурного режима механотронной системы, имеющей систему источников теплоты, необходимо создать систему стоков теплоты, мощность которой равна суммарной мощности источников. Сток обеспечивается путём контакта границ тепловыделяющих элементов с другими конструктивными элементами или непосредственно с внешней средой. Условия теплообмена на поверхности могут меняться в зависимости от изменения внешних условий. Использование такого теплостока предопределяет наличие в тепловой системе трех видов теплообмена: теплопроводность или кондукция в твёрдых телах; конвекция и радиация на границе твердых тел с внешней средой, выполнение оценки каждого вида теплообмена для построения более рациональной системы охлаждения устройства. Актуальность исследований, характеризующая научно-техническую направленность, производственно-технологические аспекты создания такой аппаратуры нового поколения в факторах совместимости противоположностей «вакуум-ресурс-цифро-функция» при условиях переменных внешних и внутренних тепловых потоков, выделяет задачу теплорационального обмена и защиты совмещенных интегрированных негерметизированных механотронных конструкций

Ключевые слова: ребра, механотронные системы, теплообмен, теплопроводность, тепловыделяющие элементы, стационарный режим

Радиотехника и связь

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАНАЛА РАДИОСВЯЗИ В УСЛОВИЯХ МНОГОЛУЧЕВОСТИ

О.Н. Чирков, М.А. Ромащенко, М.Ю. Чепелев

Аннотация: рассматриваются современные методы оценки канала мобильной радиосвязи в условиях многолучевого распространения сигналов, используемые в OFDM-системах, основанные на размещении пилотных (экспериментальных) данных. Для систем с ортогональным частотным мультиплексированием показаны основные виды позиционирования пилотных сигналов, отображены диаграммы размещения. Представлены ключевые разновидности интерполяции данных в OFDM: линейная, двоичная, по дискретному преобразованию Фурье DFT и интерполяция по методу минимальной среднеквадратичной ошибки MMSE. Приведена блок-схема и рассмотрен принцип работы DFT-интерполяции с использованием алгоритмов дискретного преобразования Фурье на N точек. Проведено моделирование приведенных методов оценки мобильного радиоканала связи в OFDM системе с $N_s = 64$ поднесущими, $N_p = 8$ пилотных символов, модуляция сигнала – QPSK. В качестве многолучевого канала радиосвязи использована модель Джейка с доплеровской частотой $f_d = 10^{-4}$ и числом лучей $L = 4$. Оценка эффективности рассмотренных методов осуществляется по зависимостям битовой и среднеквадратичной ошибок от отношения сигнал/шум. Представлены преимущества DFT - интерполяции над другими видами аппроксимаций. Результаты и выводы приведены в заключении статьи

Ключевые слова: оценка канала радиосвязи, пилотный сигнал, интерполяция

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСА СРЕДСТВ СПУТНИКОВОЙ РАДИОСВЯЗИ С БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

**Н.Н. Долженков, Д.Г. Пантенков, А.Т. Егоров, А.А. Ломакин,
В.П. Литвиненко, В.И. Великоиваненко, Е.Ю. Лю-Кэ-Сю**

Аннотация: в настоящее время в РФ активно развивается беспилотная авиация в интересах различных заказчиков. При этом по состоянию на 2019 год отечественной промышленностью разработан типоряд комплексов с беспилотными летательными аппаратами (КБЛА) различного класса и целевого назначения – лёгкие («Типчак», «Zala 421-04M», «Элерон-3»), средние («Элерон-10», «Форпост», «Корсар»), тяжёлые («Орион»), сверхтяжёлые («Альтаир», «Охотник»), которые решают как задачи повышения обороноспособности и безопасности РФ, так и отвечают интересам гражданских потребителей. Одним из ключевых элементов КБЛА является радиолиния передачи целевой информации между БЛА и наземным пунктом управления (НПУ), причем информацию между БЛА и НПУ представляется возможным передавать как напрямую («точка-точка»), так и с использованием космических аппаратов (КА) на различных орбитах (загоризонтная радиосвязь). В качестве КА-ретрансляторов предлагается использовать отечественные орбитальные группировки на геостационарной орбите КА «Экспресс» и «Ямал», работающих в KU-диапазоне частот и имеющих большую зону покрытия в Северном полушарии (за исключением приполярных областей). Это позволяет существенно повысить эффективность применения КБЛА при решении поставленных целевых задач за счет увеличения радиуса его действия. Данная статья посвящена рассмотрению технических характеристик экспериментального образца (ЭО) комплекса средств спутниковой радиосвязи (КССР) в интересах беспилотных летательных аппаратов большой продолжительности полета разработки группы компаний «Кронштадт», стендовым отработкам ЭО КССР в целях обеспечения готовности к проведению наземных комплексных испытаний

Ключевые слова: комплексы с беспилотными летательными аппаратами, космический аппарат, спутниковая радиосвязь, экспериментальный образец, комплекс средств спутниковой радиосвязи, бортовой спутниковый терминал, стендовые отработки, сигнально-кодовые конструкции, модуляция

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ LDPC-ДЕКОДЕР, РАБОТАЮЩИЙ ПО АЛГОРИТМУ MIN-SUM, И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ НА ПЛИС

А.В. Башкиров, И.В. Свиридова, М.В. Хорошайлова

Аннотация: рассматривается схема последовательного LDPC-декодера для уменьшения сложности межсоединений в полностью параллельных кодах с малой плотностью проверок на чётность. Бит-последовательное декодирование также облегчает эффективную реализацию пространственно-программируемого декодирования LDPC. Чтобы упростить реализацию декодирования с битовой последовательностью, предложено новое приближение к функции обновления проверки в min-sum алгоритме декодирования. Предлагаемое правило обновления проверки вычисляет только абсолютный минимум и при необходимости корректирует исходящие сообщения. Также представлен 650 Мбит/с бит-последовательный (480, 355) LDPC-декодер на основе кода Рида-Соломона (RS), реализованный на ПЛИС Altera Stratix EP1S80. Это самый быстрый декодер LDPC на основе ПЛИС, о котором сообщалось в литературе. Описывается внутренняя архитектура для аппаратно-последовательной реализации битовых переменных и проверочных узлов. Также обсуждается, что в модифицированном алгоритме min-sum (MS) должна быть найдена только наименьшая величина среди всех проверочных входов. Кроме того, предложен алгоритм декодирования, который использует линейную аппроксимацию вместо одной нормализации или смещения для модифицированного обновления проверочного узла. Min-sum алгоритмы широко используются в практических приложениях благодаря их легкой аппаратной реализации

Ключевые слова: min-sum декодирование, LDPC-декодер, последовательное декодирование

МЕТОДИКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ С МОЩНЫМИ СВЕТОДИОДАМИ

А.С. Кушнарёв, О.Ю. Макаров

Аннотация: в настоящее время в радиоэлектронных устройствах соответствующего назначения (светотехнические, сигнальные и т.д.) широкое применение находят мощные светодиоды, которые характеризуются значительным тепловыделением, при этом особенности их конструкции и установки в устройствах (обеспечение открытого доступа к излучаемой поверхности) значительно усложняют реализацию эффективного теплоотвода от таких элементов. Современные подходы к упрощению их конструкции, например разработка бескорпусных вариантов, также требуют новых решений для обеспечения нормального теплового режима. Во многом главной проблемой является эффективность отвода тепла от светодиода на внешний радиатор через печатную плату. Поэтому следует использовать печатные платы на алюминированном основании, в которых важную роль играет слой диэлектрика. От этого слоя зависит эффективность переноса тепла от светодиода на основание печатной платы, поэтому многие производители используют разные материалы в качестве диэлектрика. Так появилась новая технология, называемая алюмооксидной. Рассматриваются задачи анализа и обеспечения теплового режима для бескорпусных мощных светодиодов в осветительных устройствах. Приведены примеры теплового моделирования печатных плат с использованием различных материалов в качестве диэлектрика

Ключевые слова: светодиод, печатные платы, диэлектрик, моделирование

ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К КОМПЛЕКСУ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОТЕПЛОЙ ЗАМЕТНОСТИ ОБЪЕКТОВ

М.Г. Калашников, В.Г. Керков, Г.Л. Тюрин

Аннотация: статья посвящена исследованию характеристик радиотепловой заметности объектов для их защиты от боеприпасов с радиотепловыми (радиометрическими) системами наведения и прицеливания. Эти боеприпасы являются высокоточными средствами поражения наземной техники, эффективность которых зависит от радиотеплового контраста объекта поражения. Это определяет актуальность измерения характеристик радиотепловой заметности потенциальных объектов поражения с верхней полусферы. Рассматриваются принципы построения измерительно-моделирующего комплекса для исследования характеристик радиотепловой заметности объектов с верхней полусферы в миллиметровом диапазоне длин волн. Приводятся блок-схема измерительно-моделирующего комплекса, его основные характеристики и варианты размещения. Показано, что наиболее целесообразно размещать измерительный модуль в закрытом помещении с раздвижной крышей и перемещать его на продольной балке-сканнере или сканнере арочного типа. Измерительный модуль должен включать соосно соединенные радиометрические приемники 3-х и 8-ми миллиметровых диапазонов длин волн. Перемещение измерительного модуля по сканнеру должно обеспечиваться в диапазоне углов возможного наблюдения объекта боеприпасами с воздуха. Управление измерительным модулем, а также обработка информации осуществляются программно с пульта, размещаемого в том же помещении, где и измерительный модуль

Ключевые слова: высокоточное оружие, радиотепловая заметность объектов, измерительно-моделирующий комплекс, вариант размещения

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ДАЛЬНЕЙ РАДИОСВЯЗИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕШЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ЗАДАЧ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

**Н.Н. Долженков, Д.Г. Пантенков, В.П. Литвиненко,
А.А. Ломакин, А.Т. Егоров, А.А. Гриценко**

Аннотация: в настоящее время в РФ перспективы развития боевой и гражданской беспилотной авиации в интересах соответственно специального и гражданского заказчиков обусловлены целым рядом факторов. Прежде всего, постоянно возрастающей ценой пилотируемых самолетов и вертолетов, ростом стоимости обучения пилотов для них – в то время как для решения достаточно широкого круга задач наличие человека сегодня не является обязательным. Помимо этого, во многих странах мира ведутся активные работы по разработке принципиально новых моделей и конструкций планера беспилотника, который был бы рассчитан на повышенные нагрузки в сравнении с пилотируемой авиацией, а также по оснащению такого рода аппаратов совершенными системами управления для упрощения работы наземного оператора комплекса с БЛА. Не стоит сбрасывать со счетов и человеческую жизнь – самое ценное, что у нас есть. В этом плане использование беспилотных летательных аппаратов (БЛА) – это возможность уменьшения человеческих жертв среди летчиков и автоматизация решаемых целевых задач. С точки зрения обеспечения информационного обмена между БЛА и наземным пунктом управления и обработки информации (НПУОИ) в составе беспилотного летательного аппарата имеются две радиолинии передачи командно-телеметрической и целевой информации – радиолиния прямой видимости и спутниковая радиолиния (загоризонтная радиосвязь) посредством ретрансляции информации между БЛА и НПУОИ через космический аппарат. Поскольку обе указанные радиолинии имеют в своем составе достаточно большое количество общих блоков и функциональных узлов, то актуальным становится вопрос аппаратной оптимизации двух радиолиний в одну с целью уменьшения массогабаритных характеристик, стоимости изготовления и испытаний, унификации в конечном итоге. Данная статья направлена на интеграцию (аппаратное объединение) радиолиний прямой видимости и спутниковой радиолинии в составе КБЛА за счет объединения общих блоков, входящих в состав обоих передающих и приемных трактов

Ключевые слова: комплексы с беспилотными летательными аппаратами, радиолиния, интеграция, космический аппарат, спутниковая радиосвязь, повышение эффективности, радиус действия, целевое назначение

РАЗРАБОТКА ЕМКОСТНОГО ЭЛЕКТРОДА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ БИМЕДИЦИНСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Д.В. Журавлев, И.А. Сафонов, И.В. Остроумов, И.С. Анисимов

Аннотация: рассмотрены особенности разработки ёмкостного электрода, предназначенного для регистрации медико-биологических показателей, путем усовершенствования существующих методов регистрации биопотенциалов с целью повышения качества принимаемого сигнала и сенсорной технологии, не требующей механического или резистивного контактов для проведения замеров, отвечающего тенденциям современного развития радиоэлектронных систем медицинского назначения. Ёмкостные электроды позволят выйти на совершенно новый уровень комфортности и удобства использования биомедицинских измерительных приборов в повседневной жизни, а также позволят существенно экономить средства за счет весьма продолжительного срока использования таких электродов. Полезность бесконтактных электродов заключается в высоком качестве сигнала с точки зрения соотношения сигнал/шум. По сравнению с обычными электродами, разрабатываемые ёмкостные электроды для измерения биоэлектрических сигналов пригодны для использования в условиях очень высокого импеданса (высокое сопротивление, малая ёмкость) между поверхностью тела и электродом. Модель включает следующие элементы: непосредственно электрод, обеспечивающий бесконтактное считывание биопотенциалов человека через ёмкостную связь; буферный каскад, необходимый для согласования приемной части устройства с последующими каскадами; высокочастотный фильтр с требуемой частотой среза; делитель напряжения в качестве смесителя постоянного напряжения на необходимое значение; активный фильтр, служащий для конечного усиления и низкочастотной фильтрации электрического сигнала

Ключевые слова: устройство регистрации медико-биологических показателей, ЭКГ, ЭЭГ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФИЛЬТРАЦИИ ГАЗА ПОРИСТЫМИ ТИТАНОВЫМИ СРЕДАМИ

И.Б. Корчагин, В.В. Пешков, П.П. Чехлыстов

активных материалов, требуют наличия инертной защитной среды высокой степени чистоты. Используемый в таких процессах аргон высшего сорта имеет примеси кислорода, азота, влаги, которые образуют соединения, отрицательно влияющие на качество изготавливаемого изделия, таким образом получение инертных сред высокой степени чистоты является актуальной задачей. Высокую степень чистоты инертного газа можно получить с использованием титановых фильтров, обладающих высокими адсорбционными и абсорбционными свойствами по отношению к активным примесям, особенно кислороду. Их эффективное использование требует построения модели процесса фильтрации – поведения примеси в поровом канале фильтра при пропускании через него инертного газа. В работе выполнено физико-математическое моделирование процесса очистки аргона от кислорода в поровом канале титанового фильтра, определено влияние таких параметров, как размер порового канала, скорость течения аргона, температура фильтрации на степень чистоты аргона, пропускаемого через титановый фильтр. Анализ полученных результатов показал, что чем длиннее канал и меньше его радиус, тем выше степень чистоты фильтруемого инертного газа. Степень очистки уменьшается с увеличением скорости течения инертного газа в поровом пространстве; степень очистки аргона от кислорода увеличивается с ростом температуры

Ключевые слова: абсорбция, титановый фильтр, активная примесь, инертный газ, моделирование процесса фильтрации, поровый канал, диффузионный поток, коэффициент диффузии, температура фильтрации

МЕХАНИЗМ КОМБИНИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ В КАВИТАЦИОННОМ РЕЖИМЕ

О.В. Скрыгин, В.П. Смоленцев, А.А. Широкожухова

Аннотация: рассмотрен механизм интенсификации массовыноса из межэлектродного пространства продуктов выполнения процесса при комбинированной обработке деталей с наложением электрического поля. Показано, что известные способы удаления припуска этим методом имеют существенные ограничения по повышению производительности изготовления деталей из-за снижения скорости выноса продуктов обработки из зоны удаления припуска. Раскрыт новый подход к интенсификации массовыноса путем импульсного воздействия на рабочую среду с целью формирования кавитационного течения жидкости. Показано, что такой подход к решению проблемы массовыноса способен значительно ускорить удаление из зазора продуктов обработки и поддерживать стабильность начальной скорости снятия припуска по мере углубления в заготовку электрода-инструмента. Приведены условия управления кавитационным режимом течения рабочей среды, расширяющие возможности эффективного использования в машиностроении комбинированных методов обработки. Обоснована область рационального использования в машиностроении электрических методов обработки с применением кавитационного течения рабочей среды. Показано, что новые методы технически и экономически выгодны для получения глубоких сквозных и глухих отверстий в металлических заготовках. Разработанные технологии обеспечивают также интенсификацию процесса разделения заготовок проволочным электродом-инструментом с использованием уже имеющегося на предприятии серийного оборудования, оснащенного форсунками для подачи в паз жидкой рабочей среды. Кроме того метод перспективен для формообразования сложноконтурных элементов деталей с повышенной длиной межэлектродного промежутка, где для достижения высоких технологических показателей требуется обеспечить стабильные условия массовыноса продуктов обработки

Ключевые слова: комбинированная обработка, кавитационное течение, механизм, импульсные воздействия, массовынос, технология