

ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧЕ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

А.Д. Данилов, В.М. Мугатина

Аннотация: процесс тестирования программного обеспечения (ПО) является важной, но при этом одной из наиболее ресурсозатратных активностей в жизненном цикле разработки программного продукта. Внесение правок в код ПО приводит к необходимости проведения нового цикла регрессионного тестирования, что обуславливает задачу оптимального распределения усилий в ходе выполнения тестов в различных модулях проверяемой системы. Рассмотрен наиболее распространенный подход к построению программного интерфейса современных веб-приложений – REST API, а также описаны особенности тестирования подобных продуктов, обусловлены преимуществами автоматизации процесса тестирования. С учетом обозначенных характеристик процесса тестирования ПО предложен подход, базирующийся на использовании аппарата искусственных нейронных сетей, позволяющий решать задачу классификации модулей на подверженные возникновению в них ошибок и на неподверженные в ответ на внесение изменений в код того или иного метода ПО. Такая классификация позволяет выделять ресурсы в большей степени на проверку только тех модулей, вероятность наличия ошибок в которых определена результатом работы нейронной сети. Приведена структура нейронной сети и обозначены параметры входных и выходных значений ИНС. Определены цели дальнейшего исследования предложенного подхода

Ключевые слова: тестирование программного обеспечения, нейронные сети, тестирование REST API, регрессионное тестирование, прогнозирование дефектов

КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА И ВЫБОРА СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЛИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

В.Л. Бурковский, Б.А. Шиянов, А.В. Гривачев, А.С. Сизов, Е.А. Титенко

Аннотация: анализируются известные методы принятия решений. В качестве свойств методов отобраны алгоритмические свойства: тип вычислительного процесса, форматы данных, формы шкал измерений, квалиметрия, предобработка, вид решающего правила и др. Для задачи анализа, оценки и выбора лучшей альтернативы в условиях неполной или неточной информации не подходит ни один из рассмотренных методов. В связи с этим в работе предложена комбинация лучших свойств из рассмотренных методов: визуализация результатов, скрытые закономерности, учет нелинейности решающей функции. Разработан комбинированный метод, основанный на методе анализа иерархий и отличающийся этапами пред-, постобработки. В состав комбинированного метода введен этап получения дополнительной информации. Этот этап основан на выделении и обработке общих и индивидуальных показателей для подсистем объектов. Значения общих и индивидуальных показателей нормируются. Далее на их основе вычисляются веса. Эти веса используются в стандартных шагах метода анализа иерархий. Они применяются для коррекции матрицы парных сравнений критериев. Данный метод позволяет получить обоснованные оценки альтернатив с частично совпадающими показателями. Он также осуществляет выбор лучшей альтернативы с использованием дополнительной информации от кластеризации объектов и их упорядочения по весам общих и индивидуальных показателей

Ключевые слова: метод анализа иерархий, выбор, адаптивное решение, квалиметрическая диаграмма

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПО ШЕННОНУ

Ю.Я. Агранович, С.Л. Подвальный, И.Я. Новиков, С.А. Пруткова

Аннотация: приведено строгое обоснование определения пропускной способности по Шеннону для канала без шума основанное на теореме Перрона-Фробениуса. В своей первой работе Клод Шеннон делает ссылку на исчисление конечных разностей, как на основной математический аппарат, необходимый для обоснования вводимых понятий. Однако на самом деле этого недостаточно. Здесь требуются глубокие, нетривиальные результаты из области функционального анализа и теории графов. На осознание этого факта К. Шеннону потребовалось около десяти лет. В одной из своих статей 1957 года он вскользь указывает на это обстоятельство, однако ограничивается лишь краткой ссылкой на статью Фробениуса. Отметим еще одно существенное обстоятельство: качество русского перевода. Английский текст указанных работ К. Шеннона отличается от их перевода. Перевод, к сожалению, содержит размытые и логически ошибочные фразы, которые, в конечном счёте вводят читателя в заблуждение. Нам показалось естественным исправить указанные недостатки. В нашей работе приведена полная цепочка доказательств. Изложение сопровождается необходимыми определениями и формулировками соответствующих теорем. Сформулированы также нетривиальные нерешенные задачи, представляющие интерес как для специалистов, так и для аспирантов, а также студентов старших курсов, связанных с указанной проблематикой

Ключевые слова: пропускная способность канала без шума, теорема Перрона-Фробениуса, сопровождающая матрица, направленный граф, сильная связность

МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВА МОДУЛЕЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

М.Ю. Сергеев, Т.И. Сергеева, Н.И. Гребенникова

Аннотация: даны общие характеристики технологии модульного обучения и её значения для повышения эффективности и адаптивности обучения. Рассмотрены особенности модульного обучения. Показан способ формализации требований технологии модульного обучения и обеспечения вариативности содержания учебных материалов, различающихся сложностью учебных контентов. Рассмотрены математические модели оптимизации состава учебных модулей дисциплины, обеспечивающие оптимальные значения интегральных показателей качества обучения. Оценка альтернатив выбора осуществляется с применением экспертных оценок важности изучаемых модулей, а также с учетом вариантов полноты изложения учебного материала. Рассмотренные модели содержат ограничения на время аудиторного изучения материала. Предложены вероятностные алгоритмы решения задач формирования состава модулей обучения, реализующие сокращенный перебор возможных альтернатив решения и получение результата за конечное приемлемое число шагов. В ходе поиска оптимального решения реализуется пересчет вероятностей выбора альтернатив решения с учетом влияния выбранной альтернативы на функцию цели. Приведена структура информационного и программного обеспечения комплекса по формированию состава модулей дисциплин. Программное обеспечение представляет собой набор программных модулей, позволяющих реализовать предложенные модели и алгоритмы. Информационное обеспечение отображает структуру таблиц распределенной базы данных. Информационно-программный комплекс, построенный на основе предложенных моделей и алгоритмов, обеспечит согласованный выбор состава модулей учебной дисциплины

Ключевые слова: модульное обучение, модели формирования содержания обучения, показатели оценки состава модулей

АЛГОРИТМ ПОДАВЛЕНИЯ АВТОКОЛЕБАНИЙ В СЛЕДЯЩИХ ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ НА БАЗЕ ЦИФРОВОГО МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОГО РЕГУЛЯТОРА

Д.П. Лашенов, В.Л. Бурковский

Аннотация: предлагается программный метод подавления автоколебаний в следящих электроприводах на базе цифрового микроконтроллерного регулятора. Приведены основные критерии и методы снижения уровня автоколебаний в адаптивных следящих системах с учётом нелинейностей характеристик передаточного и исполнительного механизмов. В качестве примера представлены методы подавления автоколебаний в следящем электроприводе с регулятором на базе цифрового микроконтроллера 1887BE4У, разработанные и опробованные в процессе пуско-наладочных испытаний в рамках серийного производства, а также предварительных испытаний финишного изделия. Основными критериями устойчивой работы следящего привода в режиме позиционирования при малых изменениях управляющего воздействия являются минимизация люфтов в передаточном механизме, введение дополнительных датчиков положения и частоты вращения и на выходном звене исполнительного механизма, регулирование глубины обратной связи по оценке активного наблюдателя. Использование цифрового регулятора на базе микроконтроллера даёт новые возможности для точной подстройки коэффициентов усиления по контурам углового положения, скорости вращения и ускорения с целью формирования оптимального закона управления приводом, обеспечивающим подавление режима автоколебаний при постоянных уровнях задающего сигнала. Предложенный в данной работе программный алгоритм является дополнением к цифровому микроконтроллерному регулятору и осуществляет автоматическую подстройку коэффициентов регулятора в режиме онлайн с учётом требуемых динамических показателей. В качестве исходных данных для определения оптимальных коэффициентов использованы скорость изменения входного сигнала и величина рассогласования по положению выходного звена

Ключевые слова: следящий электропривод, цифровой регулятор, адаптивный регулятор, микроконтроллер, автоколебания, автоматическое управление

Энергетика

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАГРУЗКИ В СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЕ В MATLAB И SCILAB

А.П. Харченко, Ю.С. Слепокуров, П.А. Аверьянов, И.Ю. Свирский

Аннотация: к следящему приводу с модальным регулятором (МР) для перемещения транспортного манипулятора предъявляются такие же требования по качеству регулирования, как и к следящим приводам перемещения звеньев манипулятора. Рассматриваются двухконтурная с обратными связями по скорости и положению и одноконтурная с обратной связью по положению следящие системы. При практической реализации таких следящих систем с МР не исследованы допустимые пределы изменения статической нагрузки для устойчивого режима работы. Поиск путей устранения влияния нагрузки является целью представленных и последующих исследований следящей системы с МР. Моделирование структурных схем одноконтурной и двухконтурной следящих систем с МР реализовано в средах Matlab и Scilab. Результаты исследований двух вариантов структурных схем следящих систем позволяют сделать вывод о том, что изменение статической нагрузки в одноконтурной следящей системе приводит к колебаниям в составляющих управляемого вектора состояний X_4 (напряжение) и X_3 (ток или развиваемый момент) при управляющем входном сигнале формы меандра или треугольной формы. Переменная составляющая управляемого вектора состояний X_2 (скорость) не изменяется. Параметры качества регулирования следящей системы, определяемые для выходного сигнала перемещение (составляющая X_1), не изменяются. Изменение в заданных пределах статической нагрузки в двухконтурной следящей системе не влияет на параметры составляющих управляемого вектора X

Ключевые слова: одноконтурная и двухконтурная электромеханические следящие системы, структурная схема двигателя, статическая нагрузка, модальный регулятор, наблюдатель, переходная характеристика

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ СИЛИКАГЕЛЯ В АППАРАТЕ С ЦЕНТРОБЕЖНЫМ ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ

А.А. Надеев, А.В. Бараков, В.Ю. Дубанин, А.Ю. Андреев

Аннотация: среди всех аппаратов, применяемых для сушки дисперсных материалов, особое место занимают аппараты с псевдоожигенным слоем. Они обладают высокой интенсивностью межфазного теплообмена, небольшим гидравлическим сопротивлением и, как правило, имеют малые габариты и простую конструкцию. Это позволяет им решать одну из важнейших задач любой отрасли промышленности – обеспечение энергосбережения. Представлена опытная сушильная установка периодического действия с центробежным псевдоожигенным слоем, предназначенная для сушки трудновысыхающих и высоковлажных дисперсных материалов. Рассмотрены её конструкция и принцип действия. Приведена и описана схема экспериментального стенда. Проведена первая (предварительная) серия экспериментов по сушке дисперсных материалов. В качестве объекта сушки использовался силикагель, применяемый при осушке воздуха и промышленных газов. Приведены экспериментальные данные в виде временных зависимостей начальных и конечных параметров теплоносителя (воздуха) и силикагеля. Проведено сравнение процесса его сушки при температуре теплоносителя от 40 до 60 °С. На основании проведённого анализа опытных данных подтверждена работоспособность сушилки и сделан вывод о высокой интенсивности протекающего в ней процесса теплообмена

Ключевые слова: сушилка, псевдоожигенный слой, дисперсный материал, силикагель, теплоноситель, экспериментальное исследование

ОБОБЩЕННАЯ СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В.П. Поваров

Аннотация: рассмотрена интеллектуальная система принятия решений в условиях управления потенциально опасными объектами атомной энергетики. Предлагаемая система относится к классу советующих и не принимает конечных решений в случае отклонения анализируемых параметров, а формирует ряд альтернативных решений для персонала производственного предприятия. В качестве математического аппарата в статье использован аппарат нечеткой логики и адаптивная нечетко-нейронная сеть. Накопленный опыт эксплуатации объектов атомной энергетики показывает, что существуют критические элементы (узлы, зоны, сварные соединения), склонные к повышенной повреждаемости в условиях действия высоких эксплуатационных нагрузок, в том числе непроектных, и негативного влияния окружающей среды. Обычно в такой ситуации возникает опасность нарушения целостности оборудования при работе энергоблока на мощности с появлением серьезного дефекта, например, течи теплоносителя и перспективой развития исходного сквозного дефекта до критических размеров, т.е. все это выливается в то, что конечный наблюдаемый результат всегда один - образование и развитие эксплуатационной трещины, представляющей собой угрозу конструкционной целостности рассматриваемого элемента и, как следствие, появляется серьезная угроза безопасности работы ядерного блока. Предлагаемая ситуационная модель связана с явной базой знаний, в которой хранятся сформированные ситуации

Ключевые слова: система принятия решений, множественная регрессия, атомная энергетика

ПРИКЛАДНЫЕ МЕТОДЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА НОВОВОРОНЕЖСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

И.А. Колягина, А.Д. Данилов

Аннотация: статья посвящена анализу задач управления и примененных для решения этих задач инструментов, используемых на Нововоронежской атомной электростанции (АЭС) для стратегического планирования и управления достижением поставленных стратегических целей и задач за счет фокусирования системы управления предприятием на непрерывных улучшениях деятельности в точках наибольшего влияния на стратегические и производственно-экономические показатели. Рассмотрен ключевой инструмент декомпозиции целей Нововоронежской АЭС - дерево целей, с помощью которого удалось определить взаимосвязи между целями на всех уровнях управления предприятия, показателями, измеряющими достижение этих целей, и ответственностью за их достижение. Используются экономические и функциональные цели. Представление целей начинается с верхнего уровня, дальше они последовательно разукрупняются. Причем основным правилом разукрупнения целей является полнота: каждая цель верхнего уровня представлена в виде подцелей следующего уровня исчерпывающим образом, то есть так, чтобы объединение понятий подцелей полностью определяло понятие исходной цели, показатели, которые определяют возможное состояние системы, т.е. степень выполнения целевых нормативов при имеющихся временных, ресурсных или других ограничениях. Характерными примерами являются плановая выработка электроэнергии и ее фактическое значение; планируемое и фактическое время проведения ремонтов и т.д. Уровень реализации цели определяет отношение целевого показателя к целевому нормативу. Представленная логика декомпозиции в виде дерева целей может служить первичной информационной базой, которую можно использовать для расчета интегральных показателей по всему предприятию в целом и по структурным подразделениям с целью принятия эффективных решений. Реализация данного подхода на практике позволяет получить структуру организации, ориентированную целиком на выполнение стратегии и систему показателей, позволяющую наиболее адекватно оценивать эффективность ее функционирования. При этом предприятие воспринимается как система взаимосвязанных элементов, имеющих общую цель - обеспечить максимальную производительность в плане выработки электроэнергии и совершенствование системы управления АЭС

Ключевые слова: системный анализ, стратегия, декомпозиция, дерево целей, показатели

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ВЗАИМНОГО ТЕПЛООБМЕНА В ЭЛЕКТРОМЕХАНОТРОННЫХ МЕХАНИЗМАХ

А.И. Борисова, В.Л. Бурковский

Аннотация: предлагается подход к анализу функциональной напряженности высокоресурсного микроконтроллерного электромеханотронного комплекса интегрированной конструкции, используемой в космических аппаратах негерметизированного исполнения при повышенной тепловой напряженности. Анализируются специфические особенности теплообмена при широтно-импульсной модуляции на несущей частоте в контуре «контроллерный электронный преобразователь – исполнительный электромеханизм», энергетические зависимости в контурах цифровой механотронной системы и их влияние на тепловые физические процессы с учетом отсутствия конвекционного теплообмена и локальных эксплуатационных эффектов согласно матрице критических реакций структурно-функциональных составляющих на факторы живучести, стойкости, долговечности; интерактивные алгоритмы последующего топологического и конструктивно-модульного проектирования агрегата на основе математического моделирования тепловых процессов интегрированного конструктива при ограниченных объемах конфигурации в объектовую среду с оптимизацией массораспределения и тепловых потоков. Показана пренебрежительная малость конвективной составляющей теплопроводности с преимуществом «кондуктивно-радиационного» охлаждения интегрированных механотронных конструкций

Ключевые слова: энергетические зависимости, конвекционный теплообмен, интегрированный конструктив, стойкость, теплопроводность

ОЦЕНКА ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПАКТНОГО ПОРИСТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА

В.И. Ряжских, Д.А. Коновалов, А.Ю. Трошин

Аннотация: определены гидротермические характеристики при вынужденном однофазном течении охладителя через пористый компактный теплообменный элемент в 3D-постановке. Синтезированы новая математическая модель, основанная на гидродинамической модели Дарси-Бринкмана-Форчгеймера в модификации Ксу-Ченга, и тепловая на основе модели Шуммана. Линеаризация уравнений математической модели позволила последовательно получить точное аналитическое решение сначала гидродинамической задачи, а затем тепловой. На основе полученного точного аналитического решения гидродинамической и тепловой задач определены коэффициент гидродинамического сопротивления канала, заполненного пористой средой, длина гидродинамического начального участка, температуры пористого каркаса и охладителя, рассчитаны числа Нуссельта. На примере расчета реальной конструкции пористого компактного теплообменника наглядно проиллюстрировано влияние начальных параметров на гидротермические характеристики и выявлены ключевые закономерности. Установлено существенное влияние диаметра частиц пористого каркаса на гидравлическое сопротивление, соотношения высоты и ширины пористого ребра на тепловую картину. Полученное аналитическое решение качественно и количественно согласуется с экспериментальными данными, полученными другими авторами. Предложенный инструментарий может быть использован для разработки современных конструкций компактных пористых теплообменников для различных предметных областей

Ключевые слова: интенсификация, пористый теплообменник, однофазный конвективный теплоперенос

ИНТЕГРАЦИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННУЮ СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ТИРИСТОРНЫХ КОМПЕНСАТОРОВ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

В.Н. Крысанов, К.В. Иванов

Аннотация: рассматривается возможность автоматизированной компенсации реактивной мощности в электроприводах насосов, включающих в себя асинхронные двигатели. В качестве примера рассматриваются газовые котельные для приготовления пара и горячей воды, находящиеся на балансе ОАО «Электросигнал». Приводятся описание котельной, состав используемого оборудования как по электромеханической части, так и по части автоматизации. Дано описание электромеханической части, в т.ч. все параметры электродвигателей насосов, и части автоматизации, где описываются мнемосхема, схема автоматизации управления насосами, цифровые приборы обработки информации и выдачи управляющих сигналов, приборы контроля и автоматизации системы управления технологическим процессом генерации пара. Рассматривается техническая возможность интеграции конденсаторных установок в существующую автоматизированную систему управления технологическим процессом (АСУТП). С целью уменьшения затрат на установку дополнительного оборудования приводится анализ зависимости потребляемой реактивной мощности от контролируемых технологических параметров (давления после насоса). Проведен анализ двух вариантов подключения конденсаторных батарей: регулируемых (многоступенчатых) и нерегулируемых (одноступенчатых), описаны алгоритмы их работы, недостатки и достоинства каждого варианта. Приводится теоретический расчет экономической эффективности интеграции рассмотренных компенсирующих устройств в существующие типовые АСУТП промышленных предприятий

Ключевые слова: компенсация реактивной мощности, тиристорные конденсаторные установки, АСУТП

ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ЯДЕРНЫМИ БЛОКАМИ

В.П. Поваров

Аннотация: рассмотрены современные принципы разработки систем принятия решений в условиях реального времени с использованием СПРИНТ-технологии, базирующейся на методах, реализуемых в рамках проблематики экспертных систем. Рассмотрена архитектура типовой системы принятия решений в задачах управления энергоблоками атомной электростанции (АЭС). Ключевым моментом в приведенном исследовании является то, что применен метод декомпозиции энергоблока на диагностические компоненты — технологические системы, т.е. объект разбивается на несколько функционально-законченных подсистем. Далее на каждую отдельную подсистему заводятся своя база знаний (БЗ) и база данных (БД). В результате этих действий появляется возможность работы с каждой подсистемой отдельно. Данное разбиение позволяет распараллелить обработку знаний, что особенно важно в системах реального времени. В случае, когда задействовано сразу несколько подсистем, для объединения и обработки такой распределенной информации используются БД и БЗ верхнего блочного уровня. Приведен алгоритм контроля состояния энергоблока, оборудования, параметров рабочей среды, обеспечивающий прием и обработку информации от штатных информационных систем внутриреакторного контроля (СВРК) и УРАН, функционирующих в настоящее время на энергоблоках Калининской и Нововоронежской АЭС

Ключевые слова: система принятия решений, база данных, база знаний, СПРИНТ-технология, алгоритм контроля

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ УЧАСТКА ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Л.В. Булыгина, В.И. Ряжских

Аннотация: рассмотрена проблема повышения энергоэффективности компрессорных станций (КС). Исследовано влияние температурного режима на выходе компрессорной станции на энергоэффективность работы участка газотранспортной системы (ГТС). Выполнен анализ изменения теплового режима на участке ГТС, состоящем из последовательно расположенных линейных участков магистрального газопровода (МГ) и компрессорных станций. Проведен эксперимент по оценке влияния температуры на выходе компрессорной станции на локальную и системную энергоэффективность последующих КС. В качестве объекта исследования выбран участок ГТС с тремя линейными КС и установленными на них газотурбинными газоперекачивающими агрегатами ГПА-16 (со схемой работы 3x1+1). Выполнен теплогидравлический расчет, моделирование и анализ режимов работы участка газотранспортной системы с компрессорными станциями по критериям энергоэффективности. В качестве критериев энергоэффективности были приняты показатели годового объема потребления топливного газа (ТГ) на рассматриваемом участке ГТС и значения потребляемой мощности компрессорных станций. Рассмотрены технические аспекты использования и возможности регулирования температуры на выходе компрессорной станции за счет применения аппаратов воздушного охлаждения (АВО) газа. Применение результатов исследования температурного режима на выходе КС позволит повысить энергоэффективность работы участка ГТС, уменьшить потребляемую мощность компрессорных станций и снизить затраты топливного газа

Ключевые слова: компрессорная станция, энергоэффективность, газоперекачивающий агрегат, аппарат воздушного охлаждения газа

Радиотехника и связь

АРХИТЕКТУРА КАНАЛЬНОГО КОДИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПЛИС ДЛЯ 5G БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОУРОВНЕВОГО СИНТЕЗА

М.В. Хорошайлова

Аннотация: в данной статье предложены стратегии для достижения высокопроизводительной архитектуры ПЛИС для квазициклических кодов четности с низкой плотностью (QC-LDPC), основанных на построении идентичной матрицы circulant-1. Разбирая операцию обработки узлов в алгоритме аппроксимации минимальной суммы (min-sum), достигаем конвейерной обработки в последовательности многоуровневого декодирования без использования дополнительных аппаратных ресурсов. Компиляция высокого уровня синтеза используется для проектирования и разработки архитектуры на аппаратной платформе ПЛИС. Для проверки этой архитектуры на Xilinx Kintex-7 FPGA реализован декодер 608 Мбит / с, совместимый с IEEE 802.11n, с использованием компилятора LabVIEW FPGA в LabVIEW Communication System Design Suite. Масштабируемость архитектуры была использована для создания декодера 2,48 Гбит / с на одном ПЛИС Xilinx Kintex-7. Кроме того, представлено быстрое прототипированное экспериментирование гибридной системы автоматического повторного запроса, совместимое с IEEE 802.16, на основе разработанной эффективной архитектуры декодера. Несмотря на смешанный характер обработки данных - обработка цифрового сигнала и машины конечного состояния - компилятор LabVIEWFPGA значительно сократил время, чтобы исследовать пространство системных параметров и оптимизировать его с точки зрения производительности ошибок и использования ресурсов. Достигнуто 4-кратное повышение пропускной способности системы по сравнению с реализацией на основе центрального процессора (ЦП), чтобы измерить эффективность ошибок в системе над большими реалистичными наборами данных, используя ускоренное имитационное моделирование при отношении $E_b / N_0 = 5,5$ дБ. Кроме того, достигается значительное сокращение аппаратного обеспечения

Ключевые слова: квазициклический LDPC-декодер, пропускная способность, алгоритм min-sum, архитектура декодера, ПЛИС

ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЕ ДВУХПОЛОСНЫЕ РУПОРНЫЕ АКУСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

А.С. Бадаев, А.С. Ковшарь

Аннотация: представлена методика расчёта рупорного акустического оформления. Показано, что максимально эффективным с точки зрения уровня характеристической чувствительности и КПД является экспоненциальный рупор. Для согласования входного сопротивления низкочастотного (НЧ) рупора с механическим сопротивлением головки громкоговорителя (ГГ) использован своеобразный понижающий акустический трансформатор, представляющий собой объем воздуха между горлом рупора и диффузором ГГ (предрупорная камера). Коэффициент трансформации такой камеры n равен отношению эффективной площади диффузора ГГ и площади горла рупора, при этом входное сопротивление рупора, приведенное к диффузору и, соответственно, излучаемая акустическая мощность увеличиваются в n^2 раз. На основе предложенной методики разработаны высококачественные рупорные акустические системы (АС). Приведены их параметры и характеристики. Конструкция представляет собой два отдельных блока НЧ и средне-высокочастотный (СЧ-ВЧ). НЧ-блок является узкогорлым экспоненциальным сложенным рупором с предрупорной камерой, предполагающий установку устьем назад на определенном расстоянии от стены или угла помещения. В этом случае стены, угол и корпус АС являются продолжением рупора. СЧ-ВЧ-секция представляет собой широкогорлый экспоненциальный симметричный рупор цилиндрической волны. Передняя и задняя стороны ГГ нагружены на рупор и излучают "вперед – назад", формируя диаграмму направленности в виде восьмерки, что очень благоприятно при многоканальном воспроизведении. СЧ-ВЧ-блок свободно установлен на НЧ-блоке, его положение выбирается экспериментально, независимо от установки НЧ-блока. Анализ результатов измерений показывает высокую стабильность модуля полного сопротивления и приемлемую неравномерность АЧХ во всем диапазоне воспроизводимых частот. Отмечены высокий уровень звукового давления и хорошее качество звучания разработанных АС

Ключевые слова: акустические системы, рупорные акустические системы, головки громкоговорителей, КПД, уровень звукового давления

ЛОКАЛИЗАЦИЯ И НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ СЛУЧАЙНЫХ ДЕФЕКТОВ ПРИ ПОВЫШЕНИИ РЕСУРСА РАБОТОСПОСОБНОСТИ АЦП И ЦАП

В.С. Кононов, С.И. Рембеза

Аннотация: в статье анализируются два метода оценки наработки до отказа аналого-цифровых (АЦП) и цифро-аналоговых (ЦАП) преобразователей: аналитический метод и метод тестовых структур. Отмечается, что первый метод был разработан для оценки наработки до отказа микросхем малой и средней степени интеграции и то, что его адаптация к современным наноразмерным элементам и технологиям не обеспечивает приемлемую достоверность. Показано, что второй метод, основанный на использовании предельных характеристик активных элементов и технологических слоев, позволяет гипотетически достоверно прогнозировать наработку до отказа АЦП и ЦАП, не содержащих случайных дефектов. Предложены способы локализации и нейтрализации случайных дефектов, основанные на использовании конструктивных решений при проектировании АЦП и ЦАП, и специального технологического контроля при изготовлении пластин. Показано, что их использование повышает достоверность испытаний на безотказность микросхем при максимально-допустимой рабочей температуре

Ключевые слова: АЦП, ЦАП, испытания, наработка, отказ

VERILOG-ОПИСАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ НА ПЛИС LDPC-ДЕКОДЕРА ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

М.В. Хорошайлова

Аннотация: в этой работе представлен проект ПЛИС и реализация параллельной архитектуры LDPC-декодера с низкой степенью сложности для приложений с высокой скоростью передачи данных. Описано создание регулярного кода низкой плотности и изучение его характеристик с точки зрения сложности, скорости передачи данных, задержки и BER по сравнению с отношением сигнал/шум (SNR) для различных итераций и количественных оценок. Выбранный код является обычным (3, 4) LDPC-кодом. Verilog-модель и синтез такой архитектуры используют декодирование по алгоритму распространения доверия (Believe propagation), упрощенного «Min-Sum». Изучена сложность предлагаемой архитектуры - это 6335 LE со скоростью передачи данных 2,12 Гбит/с для квантования 8 бит на второй итерации. Также представлена реализация платформы, основанная на совместном моделировании на Simulink, для проверки производительности в BER (Bit Error Rate) описанной архитектуры. Выполненные результаты моделирования показывают, что разработанная модель декодера имеет высокую скорость передачи данных, низкую задержку и очень низкую сложность. BER и SNR могут быть дополнительно улучшены за счет увеличения размера кода и сохранения того же принципа параллелизма

Ключевые слова: коды исправления ошибок, низкоплотностные коды, алгоритм распространения доверия, язык Verilog, ПЛИС

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШЛИФОВАНИЯ ИМПРЕГНИРОВАННЫМ АБРАЗИВНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ, ВЫДЕЛЯЮЩИМ АКТИВНЫЕ ГАЗОВЫЕ СРЕДЫ

В.А. Носенко, А.А. Крутикова

Аннотация: проведены исследования материалов из класса газообразователей, способных при термическом воздействии выделять галогены и халькогены. Возможность разложения анализировали по результатам дериватографических исследований в интервале температур от комнатной до 1000 °С. Определены изменения массы и энтальпии веществ. По результатам дериватографии выбраны следующие соединения: гексахлорпарациллол, тетраметилтиурамдисульфид и дитиодиморфолин. Методом газового анализа среды в зоне шлифования подтверждено выделение газообразных продуктов из групп галогенов и халькогенов. Контролировали концентрации хлора и сернистого газа в зоне резания при работе без охлаждения при шлифовании титанового сплава ВТ6 и стали ШХ15. Установлено, что количество хлора и сернистого газа возрастает с увеличением глубины шлифования. Экспериментальные исследования проведены. Разработаны составы для импрегнирования абразивных инструментов, новизна которых подтверждена патентами. Применение рекомендованных составов при шлифовании стали ШХ15 и титанового сплава ВТ6 кругами из электрокорунда и карбида кремния обеспечивает снижение составляющих силы резания, износа абразивного инструмента и шероховатости обработанной поверхности

Ключевые слова: шлифование, импрегнатор, дериватографический анализ, газовый анализ, шероховатость поверхности, коэффициент шлифования

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ДЕФЕКТОВ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМ КОНТРОЛЕ ЛИТЫХ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ

М.Н. Давыдов, К.О. Беляева, Ю.С. Ткаченко

Аннотация: в данной статье рассмотрен метод определения фронтальных и реальных размеров образов дефектов при ультразвуковом контроле корпусов магистральных нефтяных насосов из стали марки 20ГЛ с применением дефектоскопа с цифро-фокусированными антенными решетками. Описаны факторы, которые усложняют и в некоторых случаях делают невозможным классический ультразвуковой контроль одноэлементным преобразователем узлов деталей рассматриваемого типа. Представлено применяемое оборудование, строение антенной решетки, принцип работы и его настройка по стандартному образцу предприятия. Найдены максимально допустимые фронтальные размеры образов дефектов. Рассмотрена зависимость фронтальных размеров образов дефектов от глубины их залегания в изделии. По полученным данным построен график зависимости фронтального размера образа от глубины залегания. С помощью этого графика возможно определить максимально допустимые размеры образов дефектов для промежуточной глубины, исключая расчеты. Проведена апробация исследований, описан самый распространенный дефект в рассматриваемом изделии - «рыхлота», его визуальный образ при ультразвуковом контроле с применением цифро-фокусированных антенных решеток. Выведена формула определения размеров дефектов при контроле литых корпусов магистральных нефтяных насосов, изготовленных из стали марки 20ГЛ

Ключевые слова: литые детали, корпусные детали, неразрушающий контроль, ультразвуковой контроль, антенная решетка

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ МОЩНЫМИ ИОННЫМИ ПУЧКАМИ

М.Ю. Турищев, Ю.А. Тишанинов, О.В. Горожанкина

Аннотация: данная статья посвящена вопросу практического использования мощных ионных пучков в современной промышленности. Рассматривается одно из современных направлений развития физики твердого тела – воздействие мощных ионных пучков на твердые материалы. Представлены результаты исследования пучково-эрозионной обработки и упрочнения изделий с использованием мощных ионных пучков. Результаты, полученные в различных исследовательских центрах и закрепленные патентами РФ, демонстрируют широкие возможности обработки материалов и улучшение эксплуатационных характеристик изделий из них. Повышение прочности изделий (повышение срока службы) при воздействии мощных ионных пучков основано на структурных изменениях поверхностного слоя. Показана возможность эффективного использования мощных ионных пучков для очистки поверхности изделий, в том числе в качестве промежуточной технологической обработки поверхности деталей перед нанесением покрытий. На широком классе металлов и сплавов продемонстрировано реальное улучшение таких эксплуатационных характеристик, как усталостная прочность, износостойкость, повышение значений микротвердости, выглаживание поверхности, снижение уровня адгезионного взаимодействия между режущим инструментом и обрабатываемым материалом, а после предварительной обработки изделий мощными ионными пучками – возрастание адгезии износостойкого покрытия

Ключевые слова: мощные ионные пучки, поверхностный слой, упрочнение, очистка

Физика

ВЛИЯНИЕ ОТЖИГОВ НА СТРУКТУРУ НАНОКОМПОЗИТОВ Ni-Zr(Y)O₂, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ РЕАКТИВНОГО ВЧ-МАГНЕТРОННОГО НАПЫЛЕНИЯ

М.С. Филатов, О.В. Стогней

Аннотация: с помощью магнетронного высокочастотного (ВЧ) реактивного напыления были получены две группы наноструктурированных композитов Ni_x-(Zr(Y)O₂)_{100-x}. В процессе напыления давление реактивного газа (кислорода) в первой группе составило 0.01 Па. Такой режим напыления позволил получить двухфазные композиты, включающие в себя металлическую фазу (Ni) и стабилизированную керамическую фазу (Zr(Y)O₂). Во втором случае давление реактивного газа O₂ в процессе напыления составило 0.04 Па. В этом случае в процессе распыления металлических мишеней (Ni и Zr₉₂Y₈) происходило окислений обоих металлов, что привело к образованию двухфазного композита, представляющего собой оксид никеля и стабилизированный диоксид циркония. С помощью рентгено-дифракционного анализа исследована структура полученных композитов в зависимости от содержания металлической фазы никеля и от давления кислорода в процессе напыления. Для исследования термической стабильности наноструктурированных композитов были проведены отжиги в воздушной атмосфере при температуре 700 °С. После отжига при температуре 700 °С в композитах, полученных в режиме с повышенным давлением кислорода (0.04 Па), полностью отсутствуют фазовые превращения, что говорит о хорошей термоустойчивости структуры NiO_x-(Zr(Y)O₂)_{100-x}

Ключевые слова: наноструктурированный композит, термостойкость, рентгено-дифракционный анализ, термический отжиг, магнетронное напыление, реактивный газ, структурная стабильность, стехиометрия

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ СТЕРЖНЯ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ ЯЧЕЙКИ ПОЛИМЕРНОГО КАНАЛЬНОГО ОГНЕПРЕГРАДИТЕЛЯ В СРЕДЕ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ АВИАЦИОННОГО ТОПЛИВА

В.И. Рубинов, В.Г. Самаркин, С.А. Гордиенко, А.А. Попов

Аннотация: для систем взрывозащиты топливных баков – отсеков, использующих в качестве наполнителя полимерные каналные огнепреградители, одним из основных технических требований по сохранению работоспособности ячеистой структуры пористого наполнителя является формоустойчивость элементов его ячейки. Формоустойчивость элементов ячейки сводится к обеспечению их пожаростойкости. Пожаростойкость элементов ячейки, в свою очередь, можно обеспечить за счет поддержания заданной температуры по сечению ребра ячейки в течение некоторого временного интервала, то есть в направлении обеспечения термостойкости материала ребра ячейки полимерного каналного огнепреградителя. Математическое описание теплового состояния ребра ячейки полимерного каналного огнепреградителя базируется на физической модели материала стержня и позволяет установить взаимосвязь между его теплофизическими характеристиками и температурой окружающей ячейку среды, плотности теплового потока фазового превращения материала стержня и его термического сопротивления. Предложенная математическая модель пожаростойкости стержня при соответствующем уточнении компонентов может быть использована для выбора значений конструктивных и теплофизических параметров ячейки и оценки пожаростойкости как полимерных, так и металлических (фольгированных) каналных огнепреградителей

Ключевые слова: полимерный каналный огнепреградитель, пожаростойкость, термостойкость, стержень

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА СЖАТИЕ ПОСЛЕ УДАРА В СООТВЕТСТВИИ СО СТАНДАРТОМ ASTM D 7137

А.М. Кудрин, О.А. Караева, К.С. Габриельс, А.В. Солопченко

Аннотация: проведены физико-механические испытания по определению предела прочности при сжатии после удара в соответствии со стандартом ASTM D 7137. Испытания проводились на специально подготовленных элементарных образцах, изготовленных из однонаправленного безуткового препрега, адаптированного для процессов автоматизированной выкладки, в рамках комплексного исследования материала. Стандарт испытания описывает низкоскоростное ударное воздействие на ПКМ, имитируя возможные повреждения материала, возникающие при производстве и/или ремонте. Испытания проводятся в три этапа: ударное воздействие падающим грузом, определение типа повреждения методом неразрушающего контроля, сжатие до полного разрушения. Каждый элементарный образец был подвергнут локальному поперечному удару силой в 33,5 Дж. Визуально определено разрушение поверхностного слоя ПКМ, методом ультразвукового контроля определен тип разрушения в объеме материала. Проведенные в соответствии со стандартом испытания на сжатие позволили определить основной характер разрушения элементарных образцов ПКМ, величины предела прочности на сжатие после удара (остаточной прочности) и относительной деформации материала. При увеличении сжимающей нагрузки растрескивание матрицы связующего вызвало расслоение в толще образцов в области удара, которое привело к полному разрушению материала по всей ширине образцов

Ключевые слова: полимерный композиционный материал, ПКМ, удар падающим грузом, сжатие после удара, остаточная прочность