

УДК 538.935

**МЕМРИСТОРНЫЕ СВОЙСТВА ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ
 $\text{Co}_x(\text{TiO}_2)_{100-x}$, $(\text{Co}_{41}\text{Fe}_{39}\text{V}_{20})_x(\text{TiO}_2)_{100-x}$**

Ю.Е. Калинин, А.В. Ситников, В.В. Рыльков, К.Г. Королев, Г.С. Рыжкова

Методом ионно-лучевого распыления синтезированы пленки нанокompозитов $(\text{Co}_{41}\text{Fe}_{39}\text{V}_{20})_x(\text{TiO}_2)_{100-x}$ и $\text{Co}_x(\text{TiO}_2)_{100-x}$ толщиной 4-5 мкм. Осаждение проводилось при комнатной температуре на ситалловые подложки в атмосфере аргона с добавлением в рабочий газ кислорода с парциальным давлением 2,2 %. С использованием теневого масок сформированы структуры металл-нанокompозит-металл для изучения транспортных свойств пленок в сильных электрических полях ($>10^4$ В/см) в поперечной (вертикальной) геометрии. В результате исследований установлено, что обратимое изменение электрического сопротивления образцов при воздействии сильных электрических полей наблюдается при концентрации металлической фазы до порога перколяции. Введение кислорода 2,2 пар. % к давлению рабочего газа (аргона) при напылении пленки композита $\text{Co}_x(\text{TiO}_2)_{100-x}$ увеличивает эффект резистивного переключения до 4000 % и смещает концентрацию металлической фазы, соответствующей максимальному отклику системы, в область бóльших значений $x \approx 60\div 75$ ат. %

Ключевые слова: мемристор, нанокompозит, удельное электрическое сопротивление, сильное электрическое поле

УДК 539.3

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМОВАНИЯ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ
ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ МАТРИЦ**

М.В. Козлов, С.В. Шешенин, А.В. Бабкин, А.В. Кепман, А.М. Кудрин

В работе рассмотрены основные причины появления коробления и остаточных напряжений в изделиях из полимерных композиционных материалов (ПКМ), возникающих в процессе их изготовления. Проведен сравнительный анализ математических моделей отверждения, известных в литературе. Основные принципы, лежащие в основе рассматриваемых моделей, дополнены предположениями о начале учета деформаций немеханической природы с момента гелирования связующего, а также механическом контакте между изделием и оснасткой, меняющем свое состояние в процессе решения. На основе математической модели создан программный модуль для системы конечно-элементного анализа, позволяющий решить термомеханическую задачу отверждения и получить искаженную форму изделия по окончании процесса формования. Проведено численное моделирование процесса производства образцов П-образной формы с использованием двух наиболее распространенных в литературе определяющих соотношений. На примере одного из образцов продемонстрирована эволюция температурного поля и степени полимеризации в процессе изготовления. Установлена и объяснена разница в величинах угловых отклонений, получаемых в расчете по двум рассматриваемым моделям

Ключевые слова: композит, отверждение, искажение формы, коробление

УДК 538.935

**ПОЛУЧЕНИЕ МНОГОСЛОЙНЫХ НАНОСТРУКТУР Mg/NbO
О.В. Стогней, А.В. Ситников, А.Н. Смирнов, К.И. Семененко, В.В. Черниченко**

Методом ионно-лучевого распыления оксидной (Nb-O) и металлической (Mg) мишеней и последующим осаждением материала на подложки, вращающиеся вокруг мишеней, получены тонкие пленки магния, оксида ниобия, а также пленки многослойной наноструктуры $(\text{Mg}/\text{NbO})_{82}$, содержащей 82 бислоя $(\text{Mg}+\text{NbO})$. На основе результатов, полученных с помощью малоугловой рентгеновской рефлектометрии, а также рентгеновской дифрактометрии показано, что при напылении пленок магния в них формируется слоистая структура, в которой

слои магния разделены оксидом магния, формирующимся за то время, когда подложка находится вне потока конденсирующихся атомов. Структура напыленных пленок магния кристаллическая с явно выраженной текстурой, структура пленок оксида ниобия аморфная и однородная. С использованием V-образного экрана получены многослойные наноструктуры $(\text{Mg}/\text{NbO})_{82}$ с изменяющейся толщиной прослойки магния. Исследована зависимость сопротивления многослойной структуры от номинальной толщины бислоя, меняющейся в интервале значений 2.2 – 6.2 нм. Предполагается наличие электрического перколяционного перехода в многослойной системе при увеличении толщины бислоя

Ключевые слова: ионно-лучевое напыление, малоугловая рентгеновская рефлектометрия, многослойная наноструктура, механизм электропереноса

УДК 546.221:539.232

СТРУКТУРНЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК CdS, ЛЕГИРОВАННЫХ ИОНАМИ МЕДИ И НАТРИЯ

А.Н. Нитута, В.Н. Семенов, Л.Н. Никитин, А.Н. Лукин, Д.А. Минаков, О.В.
Ребенок

Представлены результаты исследования тонких пленок CdS, совместно легированных ионами меди и натрия концентрацией 10^{-3} – 10^{-7} ат. %. Синтезированные образцы были получены при температуре 400 °С. Рентгенофазовый анализ показал, что осажденные пленки формируются в виде вюртцитной структуры и сильно текстурированы в направлении (002). С повышением концентрации примеси преимущественная ориентация микрокристалла разрушается, и образец становится текстурирован в направлении (101). Показано, что введение небольшой концентрации примеси не оказывает существенного влияния на оптическую ширину запрещенной зоны пленок. Изменение концентрации легирующей добавки приводит к увеличению интенсивности фотолюминесценции образцов. Это связано с тем, что при введении примеси новые дефекты приводят к образованию центров излучательной рекомбинации, а также из-за снижения роли центров безызлучательной рекомбинации. Активные примеси Na^+ и Cu^{2+} при больших концентрациях могут приводить к образованию неактивных дефектов, поэтому происходит уменьшение интенсивности люминесценции образцов CdS. Также ионы натрия блокируют часть каналов конкурирующей рекомбинации, которыми могут быть, например, центры типа V_{Cd} , в результате чего происходит снижение количества собственных, а также примесных дефектов, вследствие этого происходит уменьшение интенсивности люминесценции пленок, совместно легированных ионами Cu^{2+} и Na^+ , по сравнению с отдельно легированными ионами меди

Ключевые слова: метод пиролиза аэрозоля, тонкие пленки, сульфид кадмия, рентгенофазовый анализ, оптические спектры пропускания, спектры фотолюминесценции

УДК 538.9

МАГНИТОСТАТИЧЕСКИЕ И МАГНИТОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ НАНОКОМПОЗИТОВ $(\text{Co}_{40}\text{Fe}_{40}\text{B}_{20})_x(\text{SiO}_2)_{100-x}$

А.Б. Грановский, Ю.Е. Калинин, А.В. Ситников, О.С. Тарасова, В.В. Филиппов

Методом ионно-лучевого распыления осаждены пленки композита $(\text{Co}_{41}\text{Fe}_{39}\text{B}_{20})_{65}(\text{SiO}_2)_{35}$ на стеклоткань в инертной среде и при циклическом добавлении кислорода с различным порционным давлением. Анализ кривых намагниченности пленок показал, что структура подложки определяет магнитоэлектрические свойства пленки. В частности, высокая величина магнитной анизотропии (~ 500 Э) пленки поперек волокон ткани задается формой стеклонити, имеющей длину до 500 мкм при диаметре нити 7 мкм. Выявлено, что частотные зависимости комплексной магнитной проницаемости фрагментированной на поверхности стеклоткани пленки являются суперпозицией характеристик анизотропных фрагментов пленки, расположенных вдоль и поперек измерительного магнитного поля. Апробированный в работе подход позволил получить значительную величину μ'' образцов вплоть до частоты 6-7 ГГц. Измеренные частотные зависимости коэффициента поглощения

электромагнитного излучения стеклотекстолита, изготовленного из стеклоткани с напыленной на поверхность гетерогенной пленкой, показали значительную величину L в частотном диапазоне от 15 до 37 ГГц. Выявлено, что вид зависимости $L(f)$ зависит от параметров осажденной гетерогенной пленки

Ключевые слова: нанокompозиты, электрические свойства, многослойная гетерогенная структура, удельное электрическое сопротивление

УДК 539.216.2

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК Si, Zr и Y НА СТРУКТУРУ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ГАЗОСЕНСОРНЫЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК SnO₂

О.И. Ремизова, И.В. Бабкина, А.В. Ситников, Л.И. Янченко

В работе приводятся исследования структуры, электрических и газосенсорных свойств пленок SnO₂, легированных Si, Zr и Y. Образцы получены методом реактивного ионно-лучевого распыления. Показано, что добавление Si, Zr и Y способствует формированию аморфной структуры пленок. Нагрев пленок до 600 °С приводит к кристаллизации образцов. Наличие легирующих добавок уменьшает размеры кристаллитов в исследуемых пленках после кристаллизации до нескольких нанометров. Наибольшее значение относительного изменения сопротивления в среде, содержащей молекулы водорода, показали пленки SnO₂, легированные Y в количестве больше, чем 2 ат. %. Наличие твердых растворов SnO₂ - ZrO₂ стало причиной более высокого значения энергии активации носителей заряда в пленках Sn - Zr - O после кристаллизации образцов относительно других исследуемых пленок (Sn - Si - O, 3,9 ат. % Si $E_a \approx 0.05$ эВ, Sn - Zr - O, 3,9 ат. % Zr $E_a \approx 0.5$ эВ и Sn - Y - O, 4,8 ат. % Y $E_a \approx 0.11$ эВ). Все пленки оксида олова с добавлением кремния, циркония и иттрия показали значительную газовую чувствительность к водороду

Ключевые слова: полупроводники, тонкие пленки, оксид олова, электрические свойства, газовая чувствительность

Информатика, вычислительная техника и управление

УДК 519.6+517.977.56

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ КОСВЕННОГО КОНТРОЛЯ В ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

С.Л. Подвальный

Рассматривается проблема построения модели и управления одним или несколькими показателями качества на выходе технологического объекта в типичной постановке: искомый показатель недоступен для автоматического измерения, но имеется большое количество непрерывно измеряемых косвенных параметров в составе информационно-управляющей системы (ИУС). При этом необходимо построить модель косвенного контроля после предварительной редукции пространства измерений профессиональными и формально-вычислительными методами. Наиболее предпочтительными здесь оказались статистические регрессионные методы, на базе которых формируются двойные корреляционные фильтры. Для уменьшения динамической погрешности моделей косвенного контроля рассматриваются схемы эквивалентного запаздывания и скользящего среднего. Структура искомой модели формируется как аддитивная свертка по системе моделирующих функций с неизвестными коэффициентами, входящими в модель линейно. Дополнительная задача идентификации сводится к решению системы линейных уравнений (для квадратичного критерия) либо к задаче линейного программирования (для модульного критерия). Подробно рассмотрена структура погрешности искомой модели. Итоговая задача управления сводится к формированию линейной дискретной модели системы дифференциальных уравнений с адаптивной коррекцией в режиме реального времени в структуре с наблюдателем

Ключевые слова: косвенный контроль, статистические модели, матрицы регрессии, динамические погрешности, идентификация

УДК 004.4

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ СЛОЖНЫХ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МНОГОВАРИАНТНОЙ ИНТЕГРАЦИИ

А.А. Рындин, С.В. Сапегин

В статье рассматриваются проблемы конструирования сложных программных комплексов для предприятий, работающих в сфере агротехники и сельского хозяйства. Разработка современных программных систем связана с автоматизацией различных аспектов человеческой деятельности, что, в свою очередь, связано с решением сложных нестандартных задач в области построения архитектур и технологий разработки ПО. Современные направления развития методологий разработки ПО, преследуя цели качества, приводят во многих случаях к значительной избыточности трудозатрат. Использование технологии разработки сложных программных систем управления предприятием на основе использования методов многовариантной интеграции позволяет принимать более качественные проектные решения, одновременно обеспечивая приемлемый уровень гибкости, функциональности и качества работы современных программных приложений. При этом методы многовариантной интеграции применимы как на уровне комбинирования групп архитектурных, технологических и организационно-ориентированных подходов, так и в рамках одного из перечисленных подходов для рационализации решений, возникающих в процессе построения ИС. Внедрение полученных результатов в процесс развития корпоративной ИС для предприятий агротехнического сектора позволило добиться существенных результатов по сравнению с исходными данными - оценками, прогнозами и т.д.

Ключевые слова: программная инженерия, многовариантная интеграция, корпоративные системы, управление предприятием

УДК 658.512.001.572

АДАПТИВНОЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

В.В. Колуков, Ю.С. Сахаров, В.Н. Кострова

Рассматривается подход к созданию интеллектуальных САПР (ИСАПР) электронных средств (ЭС), заключающийся в разработке модели знаний предметной области, основанной на формировании множества отношений элементов и ее графового представления. Также предложена семантическая модель, позволяющая систематизировать знания об объекте проектирования с выработкой маршрутов проектирования электронных средств. Предлагается подход и его реализация в виде прототипов специализированных экспертных систем (СЭС) для решения задач конструкторского проектирования ЭС в ИСАПР - поиска предварительного варианта конструкции, обеспечения защищенности ЭС от механических и тепловых воздействий и для обучения проектированию. Данный подход позволяет объединить и систематизировать известные и выявлять новые знания, как по отдельным составным частям предметной области, так и в целом методологии проектирования, повышать эффективность процесса проектирования и обучения проектированию, а в конечном итоге повысить качество ЭС и снизить затраты на проектирование

Ключевые слова: интеллектуальные САПР, проектирование, моделирование, электронные средства, экспертные системы

УДК 004.054

ВЕРИФИКАЦИЯ И ТЕСТИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

А.Д. Данилов, В.М. Мугатина

Методы и приемы тестирования программных продуктов должны подвергаться постоянному развитию и совершенствованию в связи с неоспоримой важностью обеспечения должного контроля качества разрабатываемых или поддерживаемых программных систем. В данной статье выделены основные уровни тестирования программных продуктов с целью классификации методов тестирования на каждом из представленных уровней. Проведен анализ этапов и методов тестирования программного обеспечения.

В работе также рассмотрены два основных подхода к тестированию: ручное и автоматизированное, выделены характерные черты каждого из подходов. Для автоматизированного тестирования определены уровни автоматизации. Выделены преимущества и недостатки автоматического тестирования в сравнении с ручным тестированием.

В качестве способа устранения существующих недостатков применения автоматизированного тестирования в статье предложен подход, в основе которого лежит использование искусственных нейронных сетей. Рассмотрена структура искусственной нейронной сети и модель обучения.

В работе представлена нейросетевая модель, применяемая в задаче автоматического тестирования и верификации сложных программных систем. Предложен подход использования искусственной нейронной сети для проведения регрессионного тестирования. Обусловлена необходимость использования нейронных сетей при создании тестовых скриптов для автоматического тестирования

Ключевые слова: тестирование программного обеспечения, автоматическое тестирование, нейронные сети, регрессионное тестирование

УДК 681.3

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЕГО ПОЛОЖЕНИЕМ В РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ

В.В. Горячко, В.Н. Кострова, И.Я. Львович

В настоящее время актуальным является вопрос конкурентоспособности российских вузов, определение их слабых и сильных сторон с целью участия как в национальных, так и в мировых рейтингах. В этой связи, в статье рассматривается подход к формированию многоэтапной процедуры выбора показателей эффективности деятельности вуза для управления его положением в рейтинговом списке, основанной на интеграции экспертной и формализованной информации (включающей экспертную оценку целесообразного числа позиций повышения рейтинга); ранжировании показателей, входящих в набор, и вероятностной интерпретации рангов; формировании оптимизационной модели и ее погружении в рандомизированную среду; интеграции вероятностного экспертного оценивания и решения задачи в рандомизированной среде; формулировании множества доминирующих вариантов набора показателей, определяющих переход на более высокую позицию вуза в рейтинге, и экспертного выбора окончательного варианта. Поскольку в данных рейтинга агрегируется информация по определенным значениям показателя эффективности по разным направлениям деятельности университета и его итогом являются ранги, присвоенные вузам по интегральной оценке, возникает возможность анализа положения рассматриваемой образовательной организации на рейтинговой шкале и принятия управленческих решений по созданию условий изменения значений ранга в направлении, характеризующем продвижение на более высокую позицию. Сравнение вуза, характеризующегося определенным рангом, с вузами, имеющими более высокий ранг, осуществляется по некоторым наборам значений показателей

Ключевые слова: экспертная оценка, рейтинг, ранг, ранжирование, рандомизированная среда

УДК 681.5

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ АВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ И УПРАВЛЕНИЯ ЖРД

К ОТКАЗАМ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ

С.М. Пасмурнов, Д.Ю. Якуш

Устойчивость работы системы аварийной защиты и управления к отказам средств измерения - одна из важнейших характеристик, влияющих на ее эффективность. Мероприятия по повышению устойчивости весьма разносторонни. За рамками статьи находится рассмотрение задач формирования технических требований к каналам измерения, выбора аппаратной части системы измерения, датчиков, алгоритмов обработки сигналов от первичных преобразователей до перехода к физической размерности параметров и т.д. Рассмотрен перечень программных возможностей системы аварийной защиты и управления, позволяющий распознать отказы измерительных средств и общие требования к настройке алгоритмов, реализующих данную задачу. В работе определена основная задача цензурирования, состоящая в защите от ложных решений при независимых отказах датчиков (каналов) измерения параметра в том случае, когда в результате предшествующих отказов датчиков (каналов) схема резервирования измерения данного параметра исчерпана. Кроме того, цензор выполняет функцию защиты от ложных решений при аппаратных отказах, когда имеют место одновременные отказы всех или большинства каналов измерения данного параметра. Обеспечение максимальной устойчивой работы системы аварийной защиты и управления ЖРД к отказам средств измерения требует применения комплексных методов защиты

Ключевые слова: система аварийной защиты и управления, программно-математическое обеспечение, диагностический алгоритм, недостоверные измерения, жидкостные ракетные двигатели

Энергетика

УДК 681.3

КОНЦЕПЦИЯ БЕЗАВАРИЙНОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЙ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

С.А. Ткалич, В.Л. Бурковский, О.Ю. Таратынов

В статье изложена концепция безаварийного управления потенциально опасными технологическими процессами. Концепция реализует семь основных этапов: математическое описание процесса; алгоритмизацию процесса безаварийного управления; разработку модели прогнозирования аварийных ситуаций; разработку системы планово-предупредительного обслуживания; формирование интегрального критерия безаварийного управления; разработку методики практической реализации системы безаварийного управления; формирование требований к станции безаварийного управления. В рамках математического описания рассмотрены термодинамический, производственный и нейросетевой подходы. В формате алгоритмизации процесса безаварийного управления поставлена задача разработки глобального алгоритма, отдельные составляющие которого определяют порядок взаимодействия функциональных процедур, исключающий возникновение аварийных ситуаций. Модель прогнозирования аварийных ситуаций представлена композицией трех моделей: производственной, нейросетевой и термодинамической, что дает возможность получать долгосрочный и текущий прогнозы. Разработка системы планово-предупредительного обслуживания основывается на оптимальном календарном планировании работ. В качестве интегрального критерия безаварийного управления представлен функционал, позволяющий на основании резерва времени, определяемого системой прогнозирования и времени приведения системы в нормальное состояние с учетом текущего ресурса, определяемого системой планово-предупредительного обслуживания, определить реальный лимит времени, имеющийся для предотвращения аварийной ситуации. Методика практической реализации строится исходя из доступного на текущий момент аппаратного и программного обеспечения. Станция безаварийного управления представляет собой верхний уровень интегрированной системы безаварийного управления

Ключевые слова: безаварийное управление, прогнозирование, алгоритмизация, математическое моделирование, календарное планирование, интегральный критерий, практическая реализация, станция безаварийного управления

АНАЛИЗ ПЛОТНОСТИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ МЕХАНОТРОННОЙ АППАРАТУРЫ В НЕГЕРМЕТИЗИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

А.И. Борисова, В.Л. Бурковский

Рассматриваются специфические особенности теплообмена в негерметизированных электротехнических комплексах механотронного исполнения с цифровым управлением под агрессию глубокого вакуума и невесомости при широтно-импульсной модуляции на несущей частоте в контуре «контроллерный электронный преобразователь-исполнительный электромеханизм». Показана пренебрежительная малость конвективной составляющей теплопроводности с преимуществом «кондуктивно-радиационного» охлаждения интегрированных механотронных конструкций. Обоснованы оптимизированные соотношения внутренних тепловых потоков по контурам развернутой поверхности с учетом факторов сверхдолговечности и ускоренных ресурсных испытаний при рациональности форм общей архитектуры интеллектуального агрегата и принципов протоколно-кодowego информобмена, функциональной и технологической завершенностей, планируемой программно-алгоритмической системы модулей в рамках концепции альтернативной инвариантности. Обосновывается, что анализ и синтез плотности тепловых режимов в формате теплового проектирования является обязательной этапной составляющей разработки механотронной аппаратуры спецтехники

Ключевые слова: электротехнические комплексы, цифровая механотроника, вакуумный теплообмен, сверхдолговечность, программно-алгоритмические системы

УПРАВЛЕНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

В.Ж. Бочаров, В.Л. Бурковский

Современный робототехнический комплекс — сложная система подверженная влиянию большого количества факторов. Экстремальные условия внешней среды могут оказать серьезное негативное влияние на систему управления робототехнического комплекса или вывести ее из строя. Под экстремальными условиями подразумеваются два типа факторов: природные (температура, давление, разреженность воздуха т.д.) и антропогенные (ионизирующая радиация, магнитные и электрические поля, различные перегрузки). Для преодоления подобных негативных факторов система управления должна обладать высокой адаптивностью. Наиболее очевидный вывод - система управления на основе прогнозирующей модели недостаточно эффективна для поставленной задачи. Еще один подход — система управления РТК на основе нечетких нейронных сетей.

На примере системы управления РТК УПТО «РОИН-200» разработана математическая модель, по которой разработана нечеткая нейронная сеть, скрытый слой которой состоит из нескольких вложенных нейронных сетей, выполняющих функции управления различных блоков РТК (пульт управления, стрела РТК и блок управления аутригерами). Разработанная на основе этих идей нейронная сеть, внедренная в систему управления РТК РОИН-200, позволила достичь прироста производительности и серьезно оптимизировать систему управления.

На основе вышеизложенного можно заключить, что нечеткие нейронные сети позволяют существенно повысить эффективность функционирования систем управления РТК

Ключевые слова: управление, робототехника, экстремальные условия, нечеткая логика, нейронные сети, оптимизация

УДК 621.396

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ ТРЕТЬЕГО УРОВНЯ СРЕДСТВАМИ CREO PARAMETRIC 3.0

П.В. Иевлев, А.В. Муратов, С.А. Слинчук, Т.Л. Тураева, А.В. Турецкий

В конечно-элементных моделях размер элемента – важнейший параметр, который, с одной стороны, определяет точность результатов моделирования, с другой стороны, определяет уровень сложности самой модели. Поэтому основная проблема в создании конечно-элементной модели заключается в выборе оптимального размера элемента, который позволит получить адекватный результат и в то же время максимально упростить модель.

В работе представлены систематические исследования влияния размера и формы конечных элементов на точность результатов численного анализа в программном САД комплексе CREO Parametric 3.0 с целью выработки рекомендаций по выбору оптимального размера при моделировании механических воздействий на радиоэлектронные модули третьего уровня. В качестве объектов исследования выбраны основные конструктивные составляющие стандартного радиоэлектронного шкафа: прямоугольная стальная пластина размером 200×300 мм² толщиной 3 мм и стальной равнополочный уголок толщиной 2,5 мм с шириной полок 30 мм и длиной 500 мм.

Проведен модальный анализ конструкционных элементов, закрепленных с одной стороны, и статический анализ для такого же закрепления. При этом на свободную сторону пластины действовала статическая сила, создающая вращательный момент 0,9 Н·м, а на свободную сторону уголка – статическая сила 10 Н. Определены низкочастотные моды собственных колебаний, проанализирована сходимость полученных результатов и оценены относительные отклонения от величины, полученной для самой мелкой сетки конечных элементов.

По результатам анализа сформулированы рекомендации по выбору размера конечных элементов для моделирования конструкций радиоэлектронных модулей третьего уровня. Для статического анализа оптимальным в части конкуренции точности полученных результатов и ресурсов ЭВМ является максимальный размер элемента $L/30$, при модальном анализе достаточно еще более крупной сетки с размером элемента $L/10$, где L – длинная сторона элемента конструкции

Ключевые слова: радиоэлектронные модули, проектирование, конечно-элементная модель, статический анализ, модальный анализ

УДК 621.382

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ЗАДАНИЯ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ПРИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

В.В. Кондусов, В.А. Кондусов

В статье приводится описание возможностей, характеристик, а также примененных методик и средств разработки автоматизированной установки, использующейся для задания тепловых режимов при термоэлектрической тренировке полупроводниковых приборов. Представленная установка является составной частью программно-аппаратного комплекса для термоэлектрической тренировки полупроводниковых приборов в корпусах типа КТ-99-1 и 4601.3-1. В статье дано описание функциональной схемы установки, описана система управления, построенная на микроконтроллере, представлен процесс твердотельного моделирования корпуса и кинематических систем установки с использованием системы SolidWorks. Дано описание терморегулирующей подсистемы, основанной на ПИД-контроллере температуры TCN4S и используемой для задания и точного поддержания температуры рабочей зоны. Описан процесс исследования температурных характеристик рабочей зоны установки с применением гибких термоэлектрических преобразователей ТСП 9703, подключенных к многоканальному прецизионному измерителю температуры МИТ-8 с функцией самописца с выходом на ПК. По

результатам исследований температурных характеристик представлены данные, указывающие на оптимальный выбор материалов и конструкции рабочей зоны. Представлено описание основного узла установки – контактного устройства, снабженного игольчатыми подпружиненными контактами, панель которого изготовлена из аморфного материала с очень высокой прочностью и жесткостью – полиэфиримида (PEI).

Ключевые слова: задатчик режимов, температурный ПИД-контроллер, система Solidworks, контактирующее устройство

УДК 621.391.82

ОЦЕНКА ТРЕБУЕМОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕРОДИСТО-ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ В АЭРОЗОЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ ПРИ ПРЕРЫВАНИИ РАДИОЛИНИИ УПРАВЛЕНИЯ В МИЛЛИМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ ВОЛН

М.Г. Калашников, С.В. Утемов, В.Г. Керков

Радиолинии управления (РЛУ) образуют особый класс радиотехнических систем передачи информации. Если в системах радиосвязи решается задача доставки получателю информации с минимальными искажениями, то в РЛУ передается команда на выполнение объектом управления определенных операций и решается задача обнаружения сигнала, при этом допускаются значительные его искажения. Радиолинии управления обладают рядом особенностей, в частности, в них используется статистический критерий Неймана-Пирсона, в соответствии с которым вначале обеспечивается заданная вероятность ложного приёма команды (ложного срабатывания исполнительного прибора), а затем принимаются все меры для получения максимальной вероятности правильного приёма команды.

Наличие аэрозольного образования (АО) на радиолинии управления ракетой может привести к искажениям полезного сигнала, его ослаблению и прерыванию. Эффективность маскирующих аэрозольных помех радиолинии управления существенно зависит от характеристик ослабления радиосигналов управления в миллиметровом диапазоне волн (ММДВ). Ранее разработана методика обоснования требований к коэффициенту ослабления аэрозольного образования для прерывания радиолинии управления в ММДВ. Однако практическая реализация аэрозольных помех, приводящих к прерыванию сигналов управления в ММДВ, ранее не рассматривалась. Одним из путей создания таких помех является применение углеродисто-волокнистых материалов (УВМ).

В связи с этим поставленная в статье задача обоснования требований к концентрации УВМ вдоль радиолинии управления, обеспечивающих прерывание сигнала управления в РЛУ, является важной и актуальной.

При решении этой задачи получены зависимости коэффициента ослабления сигнала управления в РЛУ на полуволновых вибраторах из углеродисто-волокнистых материалов от их концентрации в аэрозольном образовании. Установлено, что для прерывания сигналов управления целесообразно осуществлять постановку аэрозольного образования, в котором концентрация УВМ вдоль РЛУ составляет величину порядка $(2...3,7) \times 10^2$ $1/м^3$. Это позволит обеспечить выполнение требований к аэрозольным помехам на основе углеродисто-волокнистых материалов по эффективности прерывания сигналов радиолинии управления

Ключевые слова: аэрозольное образование, концентрация углеродисто-волокнистых материалов

Машиностроение и машиноведение

УДК 53.072:621.791.4

ПОВЫШЕНИЕ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АЗОТИРОВАННОГО ТИТАНА

В.В. Пешков, А.Б. Коломенский, А.В. Пешков, А.Б. Булков, И.Б. Корчагин

Эффективным средством, обеспечивающим повышение сопротивления титановых сплавов высокотемпературной деформации в условиях ползучести, является их азотирование. Однако образующиеся на

поверхности титана охрупченные нитридные и газонасыщенные слои приводят к снижению долговечности при испытаниях на циклическую усталость на 30–40 %.

В данной статье описано восстановление усталостных характеристик титановых изделий с газонасыщенными слоями путем растворения оксидного слоя в процессе вакуумного отжига и путем химического травливания поверхностных слоев.

Исследования проводили на полированных образцах размером 2×5×10 мм из листового сплава ВТ6, которые азотировали при 800-950 °С в течение 5-60 мин в среде газовой смеси Ar (99 %) и N₂ (1,0 %) при атмосферном давлении. В качестве характеристики состояния поверхности титана использовали глубину охрупченного слоя и величину микротвердости поверхности. Испытания образцов на повторно–статическое растяжение проводили на машине УММ–10 с частотой 0,7–0,8 Гц и коэффициентом асимметрии цикла R=+0,1 при $\sigma_{max} = 680$ Мпа.

Восстановительный отжиг проводился в среде аргона. Установлен диапазон изменения параметров отжига, обеспечивающего очистку поверхности образцов от охрупченной части газонасыщенного слоя. Например, для слоя толщиной от 4 до 20 мкм, требуемое время отжига при 950 °С составляет от 1 до 30 часов.

Для регламентированного съема поверхностного слоя на различную глубину образцы подвергали травлению в смеси азотной и плавиковой кислот со скоростью съема металла до 1 мкм/мин. Для восстановления циклической выносливости до уровня основного материала достаточно удалить поверхностный слой толщиной приблизительно в 2,2 толщины газонасыщенного слоя, а для достижения уровня повторно–статической выносливости, превышающего уровень выносливости основного металла на (15–20) %, необходимо удалить слой толщиной приблизительно в 3 толщины газонасыщенного слоя

Ключевые слова: титановые сплавы, охрупчивание, циклическая выносливость, отжиг, химическое травление

УДК 338.45:621

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕТА И ОЦЕНКИ ЗАТРАТ НА КАЧЕСТВО НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ

М.И. Самогородская, С.А. Самогородская

Эффективность управления затратами на качество определяет степень эффективности функционирования системы менеджмента качества на предприятии. В соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001 - 2000 на предприятиях машиностроения должен быть предусмотрен механизм учета затрат, предусматривающий комплекс мероприятий по установлению алгоритма и методики сбора, обработки, накопления информации о затратах, а также доведения ее до руководства всех звеньев управления для последующей обработки и анализа, и принятия корректирующих мер в случае необходимости.

Однако данная задача до сих пор остается нерешенной на ряде предприятий. И даже там, где механизм учета затрат на качество функционирует, он далеко не всегда эффективен. В статье предпринята попытка систематизировать основные проблемы, возникающие в процессе организации учета и оценки затрат на качество на машиностроительных предприятиях. Представлена матрица распределения ответственности за управление затратами на качество на предприятиях машиностроения. Рассмотрены сущность механизма учета затрат на качество и мероприятия, необходимые для его организации. Проанализированы используемые в настоящее время методы сбора данных о затратах на качество: традиционный метод - основанный на использовании существующих на предприятии финансовых документов и записей, сделанных в рамках действующей системы бухгалтерского учета; метод документирования дефектов – ориентированный на получении информации о затратах на качество из записей и отчетов исключительно по качеству; метод «время и посещаемость» - строящийся на доскональном фиксировании и документировании затрат рабочего времени со стороны исполнителей.

Определены основные методы учета затрат на качество, представляющие собой системы приемов и способов организации сбора, документирования, обобщения и отражения в учете расходов, обеспечивающих необходимую информацию для калькуляции стоимости качества. Представлена информационная база, необходимая для учета затрат на качество в соответствии с принятым методом учета: калькуляции затрат на качество; калькуляции затрат, связанных с процессами; определение потерь вследствие низкого качества. Рассмотрены особенности формирования отчета о затратах на качество на машиностроительных предприятиях

Ключевые слова: система менеджмента качества, учет затрат на качество, механизм учета, отчет о затратах

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Е.П. Енина

В проекте Федерального бюджета РФ на 2017 г. и на плановый период до 2019г. предусмотрен долгожданный рост ВВП. Существующие экономические методы могут обеспечить нам максимум 1-1.5% роста ВВП в год, что явно недостаточно для настоящего подъема экономики. Предстоящие расходы бюджета необходимо соизмерять с финансовыми резервами. Поэтому проблема эффективной и результативной экономики приобретает сегодня огромное значение, в связи с чем реализация экономической политики в условиях финансовых ограничений особенно актуальна.

В данной статье сделана попытка рассмотреть результативность функционирования предприятия машиностроения (ПМ) через модель, использующую марковские и полумарковские стационарные процессы. Аппарат теории случайных процессов для вычисления показателей результативности функционирования предприятий машиностроения позволил установить зависимости показателя результативности функционирования ПМ от характеристик процесса, переменных управления и параметров состояния.

Анализ процессов функционирования ПМ на разных уровнях иерархии позволил произвести оценку результативности мероприятий с целью увеличения или уменьшения воздействия факторов. Область применения рассмотренного метода вычисления показателя результативности процесса функционирования ПМ определяется конкретной задачей исследования

Ключевые слова: эффективность, результативность, детерминированные процессы, функционирование предприятий машиностроения