

ДАЙДЖЕСТ СТАТЕЙ ЗА 2024 г.
(краткий обзор публикаций научного журнала
«Надежность и качество сложных систем»)

Валентин Васильевич Миронов, д.ф.-м.н, профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина

Журнал «Надежность и качество сложных систем» представляет научные исследования в области надежности и качества сложных систем. Научный интерес журнала охватывает широкий спектр проблем теории надежности качества систем. Приоритетной задачей журнала является также развитие международного сотрудничества в области теории надежности и управления качеством.

Приведем краткое содержание (дайджест) статей за 2024 г. в соответствии с рубриками журнала. Прядок представления статей таков: рубрика журнала, номер журнала за 2024 год, автор публикации, название статьи, номера страниц статьи в данном номере, число библиографических ссылок (из них на английском языке), краткое содержание статьи.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПРОБЛЕМ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА

№ 1 (45)

А. Н. Якимов

**Универсальная модель излучения
микроволновой антенны**

Характеристики направленности микроволновых антенн определяются функциональным назначением радиотехнических систем, в составе которых они используются. Заданные характеристики антенн могут обеспечиваться формированием в их апертуре как синфазных, так и переменного-фазных распределений источников возбуждения (токов или полей), имеющих специфику математического описания. Построение универсальной математической модели, адекватно описывающей излучение антенн с разным видом распределений источников возбуждения, позволит расширить возможности решения задачи проектирования микроволновых антенн заданными характеристиками направленности.

О. В. Абрамов

**Дестабилизирующие факторы и случайные
процессы изменения параметров
технических устройств и систем**

Выполнен анализ дестабилизирующих факторов и случайных процессов деградации параметров технических устройств и систем как причины параметрических отказов.

А. И. Годунов, П. С. Суздальцев,

А. А. Жежук, А. Г. Избасов,

А. М. Мухамбетов, Н. К. Юрков

**Математическая модель полета
беспилотного летательного аппарата**

Применение и актуальность использования беспилотных систем в настоящее время не вызывает никаких сомнений, работа в этом направлении ведется постоянно, соответственно, и растут возможности беспилотных аппаратов.

Г. С. Садыхов, С. С. Кудрявцева,

В. М. Дубровин

**Признаки сходимости и расходимости
интегралов ресурса невосстанавливаемых
технических объектов**

При выборе математической модели надежности невосстанавливаемых технических объектов заранее надо знать условия, при которых средний ресурс конечен и когда бесконечен. Поэтому актуальная задача – найти признаки сходимости и расходимости интегралов ресурса.

В. Б. Морозов, М. А. Морозова

О методах оценки интенсивности отказов оборудования для вероятностного анализа безопасности проектируемой АЭС при объединении данных от различных источников

Для получения разрешения на строительство и ввод в эксплуатацию блоков АЭС требуется представить в Ростехнадзор вероятностный анализ безопасности спроектированного блока. Оценки интенсивностей отказов элементов такого блока могут быть получены только на основе объединения эксплуатационной информации по действующим блокам-аналогам. Указанная задача требует разработки специальных методов, учитывающих неоднородность объединяемых данных.

№ 2 (46)

М. Ю. Звездочкин, В. В. Миронов

Методы повышения быстродействия декодирования потоковых данных на основе кода Рида – Соломона

Декодирование информации с использованием помехоустойчивых кодов Рида – Соломона является весьма ресурсоемкой задачей в части организации вычислений. Особенно эта проблема актуальна при декодировании измерительной информации и видеопотоков на лету, в режиме времени, близком к реальному.

Л. Г. Сушков

Проблема новых свойств чисел

Предлагаемая работа посвящена исследованиям по уточнению аксиоматизации арифметики в связи с наличием в ней специальных допущений. Сформулирована концептуальная проблема анализа новых свойств чисел в предположении возможности утери какой-либо исходной посылки.

*А. И. Годунов, С. А. Куканов,
П. С. Суздальцев, А. М. Мухамбетов*
Математическая модель системы управления квадрокоптером

Рассматривается управление беспилотным летательным аппаратом-квадрокоптером.

№ 3 (47)

*Б. Ш. Собиров, Т. Т. Карамергенов,
Н. А. Северцев, Н. К. Юрков*
Квантовые технологии – глобальный вызов, требующий очередной революции методов обработки и передачи информации

Актуальность исследования обусловлена тем, что сегодня один из наиболее серьезных фундаментальных вызовов для технологических компаний – это то, что потребности в вычислительных мощностях постоянно растут. Бизнес-среда все быстрее приближается к новой вычислительной парадигме. Одним из ответов на этот вызов могут стать квантовые технологии. Цель исследования – оценка текущего состояния квантовых вычислений и определение направления развития этого направления, а также препятствий и ограничений применения квантовых технологий.

А. И. Иванов, А. И. Ермакова

Оценка качества работы многокритериального нейросетевого статического анализа на примере проверки гипотезы независимости данных малых выборок

Целью статьи является создание критерия качества оценки эффективности нейросетевой обработки малых выборок при многокритериальной проверке гипотезы независимости.

А. И. Годунов, С. А. Куканов, Д. В. Бакланов
Физические особенности процессов деформации и разрушения материала методов конечных узлов

Изучены деформации и разрушение материала композитной гильзы в области контакта двух различных материалов (стали и полиамида) с помощью математической модели разрывного метода Галеркина. Особенностью исследования является то, что данный метод сохраняет массовые и кинетические характеристики в узлах модели, разрушение происходит при достижении предела текучести. Также для адекватного описания разрушения для каждого материала задано уравнение состояния вещества по Ми – Грюнейзену.

Г. С. Макеева
Моделирование управляемости характеристик решеток плазмонных графеновых наноантенн в среднем инфракрасном диапазоне

Внедрение наноантенн для оптической беспроводной связи в инфракрасном (ИК) и видимом диапазонах обеспечивает более высокую скорость передачи данных при уменьшении размера антенны. Возможность перестройки характеристик графена химическим легированием или напряжением смещения актуальна при разработке реконфигурируемых наноантенн. Целью работы является исследование характеристик (S-параметров, диаграммы направленности (ДН)) решеток плазмонных графеновых наноантенн, их управляемости и возможности сканирования по частоте при изменении химического потенциала графена (приложением внешнего электрического поля) в среднем ИК-диапазоне.

И. Е. Старостин
Метод математического прототипирования энергетических процессов как инструмент синтеза математического ядра цифровых двойников различных физико-химических систем

Цифровой двойник по своей сути представляет собой цифровую копию объекта, благодаря непрерывному обмену данными с объектом воспроизводящую актуальное его состояние. Это достигается путем применения в качестве математического ядра цифрового двойника математической модели, основывающейся на реальном поведении объекта, параметры которой обновляются в соответствии с актуальной информацией, получаемой с объекта. Для построения моделей систем различной физической и химической природы авторами был предложен метод математического прототипирования энергетических процессов, основывающийся на методах современной неравновесной термодинамики, механики, электродинамики. Благодаря чему упомянутый метод позволяет создать модели динамики процессов в системе, не противоречащие общим физическим законам, а также особенностям протекания процессов в конкретной физической или химической системе. Затем полученные модели преобразовываются к моделям систем, применимых для решения практических задач, с точностью до определяемых из экспериментальных данных постоянных коэффициентов. Однако здесь актуальным является вопрос

М. О. Тимошкин, Е. Г. Романова

**Применение нейросетевых алгоритмов
глубокого обучения для классификации
опухолей головного мозга**

выбора базиса, в котором строится преобразованная модель рассматриваемой системы и выбора алгоритма обучения предложенной модели. Решению приведенных вопросов посвящена настоящая работа.

Глубокое обучение – это активно развивающаяся область машинного обучения, которая позволяет находить зависимости в слабоструктурированных данных. Актуальность работы заключается в том, что в настоящее время автоматическая классификация типов тканей играет важную роль в компьютерной диагностике. Цель работы заключается в автоматизации процесса определения вида опухоли головного мозга по ее изображению с помощью методов глубокого обучения.

№ 4 (48)

А. И. Дивгеев, Е. А. Софронова

**Решение уточненной задачи оптимального
управления с помощью универсальной
системы стабилизации**

Рассматривается уточненная постановка задачи оптимального управления, решение которой в отличие от классической постановки может быть непосредственно реализовано в реальном объекте. Для этой цели в задачу оптимального управления включена задача синтеза системы стабилизации движения объекта по оптимальной траектории, которая получена в результате решения классической задачи оптимального управления.

Е. Ю. Шмалько

**Машинное обучение систем управления
с обратной связью на базе принципа
синтезированного оптимального управления**

В стремлении к автоматизации различных процессов жизнедеятельности для повышения их качества очевидной становится необходимость автоматизировать и сам процесс автоматизации, т.е. разработки систем управления, чтобы сделать его быстрым и универсальным. Это звучит особенно актуально в условиях всевозрастающей роботизации и появления разнообразных роботов в качестве объектов управления. Наиболее общей задачей робототехники является синтез управления с обратной связью. Она предполагает, что система управления, обеспечивающая достижение объектом цели, проектируется в зависимости от состояния объекта оптимально по заданным критериям. Задача синтеза является актуальной, но общих подходов к ее решению на сегодняшний день не существует. В данной работе предлагается инверсный подход к синтезу оптимальной системы управления с обратной связью на основе методов машинного обучения для получения реализуемых решений задачи оптимального управления.

В. Р. Роганов, В. В. Швыров

Статистические и семантические методы анализа тенденций в производстве, транспортировке и использовании водоугольного топлива

Рост количества публикаций по тематике производства и использования водоугольных суспензий обусловлен глобальным ростом энергопотребления, ростом цен на энергоносители, а также потребностями расширения топливной базы в современной энергетике. С другой стороны, интерес к данному направлению связан с вопросами утилизации накопившихся угольных отходов. В связи с этим становится актуальной задача систематизации и классификации предложенных различными авторами подходов в области эффективного использования водоугольных суспензий и водоугольного топлива.

И. В. Пешков, В. А. Жигулин,

Н. А. Фортунова

Моделирование процесса радиопеленгации цифровыми антенными решетками с учетом эффекта взаимного влияния антенных элементов

Эффект взаимного влияния антенных элементов способен оказывать существенное воздействие на характеристики сложных, чувствительных систем. Данный эффект изменяет форму диаграмм направленности антенных элементов, меняет их активное сопротивление, что усложняет согласование импедансов антенных решеток. В областях со строгими требованиями взаимодействие может оказать очень существенное влияние на результаты работы системы. В частности, они способны влиять на результаты работы цифровых алгоритмов оценки угловых координат источников радиоизлучения со сверхразрешением. Была поставлена следующая цель: разработать модель цифрового радиопеленгатора с учетом фактора взаимного влияния антенных элементов.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

№ 1 (45)

И. Е. Старостин

Построение на основе интерполяции моделей различных физических и химических систем методом математического прототипирования энергетических процессов

Решение практических задач (проектирования и эксплуатации систем) подразумевает построение математических моделей систем. Для математического моделирования систем различной физической и химической природы авторами был предложен метод математического прототипирования энергетических процессов, основывающийся на современной неравновесной термодинамике, механике и электродинамике. Упомянутый метод дает адекватные модели систем, т.е. не противоречащие общим физическим законам, а также особенностям протекания процессов в конкретной системе. Однако для определения контролируемых параметров системы по ее измеряемым параметрам из системы дифференциальных уравнений, полученных методом математического прототипирования, необходимо решать очень трудоемкую задачу идентификации большого числа параметров

*А. А. Павлов, А. Н. Царьков,
Ю. А. Романенко, И. И. Корнеев,
А. Ю. Романенко, М. И. Макеев,
Ф. А. Павлов*

Формирование метода повышения надежности специализированных ЭВМ

этих уравнений. Одним из путей борьбы с трудоемкостью упомянутых задач идентификации является использование интерполяционных методов, что обуславливает актуальность задачи разработки методики построения моделей систем методом математического прототипирования энергетических процессов с использованием интерполяционных методов.

Разработка методического аппарата построения средств обеспечения требуемого уровня вероятности безотказной работы и живучести самовосстанавливаемых специализированных ЭВМ (СЭВМ). При проведении исследований осуществлен анализ условий эксплуатации и выбор показателей надежности для СЭВМ авиационно-космической техники. Сформулированы требования к методам резервирования СЭВМ. Проведена сравнительная оценка обнаруживающей способности и аппаратных затрат при реализации мажоритарного метода резервирования, метода дублирования и использования корректирующих кодов.

*Д. Н. Новомейский, М. Н. Пиганов,
А. А. Лупцов, В. П. Перевертов*

Методика регулировки амплитудно-частотных характеристик фильтров

Актуальность темы данной работы обусловлена необходимостью снижения уровня проникающей помехи и повышения качества полезного сигнала, принимаемого бортовой станцией активных помех. Цель – улучшение качества и функциональных параметров бортовых частотно-избирательных систем и структур путем регулировки амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) фильтров.

А. А. Ошкин, Д. Ф. Филиппов, А. И. Годунов
Методика оценки эксплуатационной безопасности боеприпасов с малочувствительными к внешним тепловым воздействиям взрывчатыми составами

Актуальность темы обусловлена ее практической значимостью для решения задач эксплуатационной безопасности боеприпасов, находящихся на объектах хранения, когда необходимо знать время взрыва изделий. Предложена разработанная аналитическая модель определения допустимого времени воздействия на боеприпасы поражающих факторов внешней среды (молнии и ландшафтного пожара).

В. Н. Китаев, Р. Л. Афанасьев, М. В. Петров
Инерционный включатель с гидравлическим демпфированием инерционного тела

Инерционные включатели используются в подвижных объектах для коммутации электрических цепей технических систем. Срабатывание подобных приборов происходит в основном при наборе интеграла линейного ускорения, с которым объект перемещается в пространстве. Для интегрирования линейного ускорения традиционно используются магнитоиндукционные и гидравлические демпферы. В ряде случаев гидравлические демпферы как упрощающие конструкции инерционных включателей более предпочтительны. В работе представлены результаты разработки конструкции инерционного

*В. Н. Китаев, Д. И. Сафонов, Е. В. Бабушкина,
Р. В. Спрогис, И. В. Родионов*

**Электромагнитный поляризованный
переключатель с бездребезговой контактной
системой**

включателя с гидравлическим демпфированием инерционного тела, приведена его математическая модель – составленные дифференциальные уравнения, описывающие движения подвижных конструктивных элементов, а также условия начала движения.

Электромагнитные поляризованные переключатели используются в технических объектах для коммутации электрических цепей их систем. Промышленностью выпускается значительная номенклатура подобных коммутирующих устройств, однако не все они могут быть применены в вышеуказанных объектах, в которых обычно имеются ограничения по массе и размерам используемых приборов и систем. Также зачастую от коммутирующих приборов требуется работа в сильноточных электрических цепях с предъявлением требований по исключению дребезга замкнутых контактов при ударных и вибрационных воздействиях. Срабатывание подобных приборов происходит при подаче напряжения на обмотки управления. Представлены результаты разработки электромагнитного поляризованного переключателя, обеспечивающего его применение в слабо- и сильноточных электрических цепях систем подвижных и стационарных технических объектов.

Т. И. Мурашкин, Е. А. Бадеева, В. А. Бадеев

**Конструктивно-технологическое решение
волоконно-оптического датчика
для экспресс-анализа качества
нефти и нефтепродуктов**

От качества нефтепродуктов зависят технические характеристики и работоспособность оборудования. Анализ состава нефтепродукта проводят, как правило, в лабораторных условиях с помощью оптических способов диагностики. Из оптических способов наибольшее распространение получили рефрактометрические способы определения состава нефти по коэффициентам преломления, которое изменяется при изменении химического состава. Основной недостаток известных методов анализа – это большое время проведения измерений, связанный с необходимостью отбора пробы из трубопровода. Для экспресс-анализа состава веществ запатентованы рефрактометрический способ и волоконно-оптический датчик для его реализации. Объектом исследования являются процессы экспресс-анализа качества нефти и нефтепродуктов. Предметом исследования являются научно-технические решения рефрактометрических волоконно-оптических датчиков качества нефтепродуктов. Целью работы является разработка конструктивно-технологического решения повышенной надежности для экспресс-анализа качества нефти и нефтепродуктов не только в лабораторных, но в сложных эксплуатационных условиях.

А. И. Власов, Г. А. Волков, К. В. Селиванов
Визуальные модели системной инженерии процессов процессов аддитивных технологий

Рассматриваются методики применения визуальных инструментов системной инженерии на примере процессов аддитивных технологий.

С. Г. Семенцов, А. А. Адамова
Усовершенствование встроенной схемы термокомпенсации пьезорезистивных датчиков давления

Рассматриваются интегральные пьезорезистивные преобразователи на базе монокристаллического кремния. Анализируется работа встроенной схемы термокомпенсации с дополнительными терморезисторами и особенности ее работы.

В. В. Головкин, О. М. Батищева, В. А. Папшев
Повышение робоспособности резбонарезного инструмента за счет использования ультразвуковых колебаний при нарезании резьбы

Одним из перспективных направлений повышения эффективности механической обработки является внедрение качественно новых технологий, в частности, с использованием энергии ультразвука. Особенно эффективным оказалось применение вынужденных ультразвуковых колебаний при нарезании резьбы в труднообрабатываемых материалах. В результате использования ультразвуковых колебаний имеет место повышение производительности, работоспособности резбонарезного инструмента, а также качества и точности получаемых деталей.

Н. В. Горячев, А. Г. Избасов, А. И. Мельничук, А. М. Мухамбетов, Н. К. Юрков
К проблеме синтеза системы противодействия малогабаритным беспилотным летательным аппаратам

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) претерпели огромное развитие и в короткое время прошли большой путь совершенствования. Из-за относительно низкой цены и простоты использования дроны широко используются во многих областях как гражданского, так и специального применения. Например, они широко применяются в целях предотвращения потенциальных угроз общественной безопасности и личной неприкосновенности. Необходимо развернуть систему защиты от беспилотников в чувствительной зоне для того, чтобы определять координаты летящего БПЛА различными способами обнаружения.

В. Н. Китаев, Д. И. Сафонов, А. Е. Кирюнин, Е. К. Хованова
Технические решения компенсации температурной погрешности пороговых датчиков разности давлений с мембранным чувствительным элементом

Пороговые датчики разности давлений с мембранным чувствительным элементом ввиду их надежности находят широкое применение в технологическом оборудовании и технических системах для обеспечения требуемого избытка давления воздуха по сравнению с внешним атмосферным давлением в помещениях для спортивных мероприятий (быстро возводимых физкультурно-оздоровительных комплексах с надувным перекрытием), в чистых технологических помещениях с нормируемым содержанием в воздухе пыли, микроорганизмов, аэрозольных частиц и химических паров. Датчики подобного типа для обеспечения необходимых технических характеристик требуют: высокой герметичности сварных соединений элементов

А. А. Адамова, С. Г. Семенцов, А. В. Бецков
Исследование встроенной схемы термокомпенсации пьезорезистивных датчиков давления

конструкции; применения высокогерметичных металлоглазанных спаев; применения гофрированных мембран из материалов, обеспечивающих высокую чувствительность и высокую электропроводность.

Рассматриваются интегральные пьезорезистивные преобразователи на базе монокристаллического кремния. Одной из основных причин, приводящих к погрешностям пьезорезистивных преобразователей, является их чувствительность к изменению температуры. Поиск решений для снижения температурных погрешностей измерений является актуальной задачей.

А. И. Мельничук
Большие перспективы малых беспилотных летательных аппаратов

В настоящее время идет работа по усовершенствованию малой беспилотной авиации, в том числе создание комплексов малых беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с сетевой организацией. Подобные системы должны эксплуатироваться небольшим коллективом непрофессионалов, что обеспечивается за счет особенностей построения данной системы.

Д. С. Бояркин, Е. А. Асеев, Д. А. Голушко, И. Р. Абузяров, А. В. Лысенко
Протокол регистрации технического обслуживания трубопроводной арматуры

Рассмотрен способ регистрации проведения технического обслуживания и ремонта трубопроводной арматуры (ТОиР ТПА) с использованием технологии RFID (Radio Frequency Identification, радиочастотная идентификация). Предложенный способ позволяет упростить и автоматизировать процесс сбора сведений о времени проведения и содержании работ по ТОиР ТПА и таким образом усилить контроль за его осуществлением. Тем самым повышается надежность и безопасность эксплуатации оборудования. Обоснована необходимость регулярного и качественного ТОиР ТПА.

А. А. Адамова, Е. А. Медведева, С. Г. Семенцов
Интеллектуальный уровнемер с визуальным отсчетом для жидкостей

Представлено исследование и разработка датчика уровня для инновационной бутылки, предназначенной для систематического отслеживания уровня гидратации организма человека. Анализ спроса на существующие решения на рынке «умных» бутылок показывает, что рассматриваемые устройства не обладают функцией идентификации содержимого, вследствие чего может снизиться точность измерений и прогнозов относительно показателей здоровья пользователя.

А. Ю. Дмитриевцев, Ю. Т. Зырянов, С. А. Нестерович, С. П. Хрипунов
Постановка задачи оценки технического состояния информационно-измерительных систем на основе формализованного описания знаний экспертов

Актуальность работы обусловлена тем, что методы, применяемые в системе контроля и диагностирования, не в полной мере используют новые подходы с применением новых информационных технологий. Это происходит вследствие отсутствия возможности инструментальной оценки

некоторых технических характеристик и их значений. Данные характеристики принято называть признаками, так как невозможно определить их значение количественно. Целью работы является изучение возможности создания базы данных для системы контроля и диагностики, которая позволяла бы специалистам с недостаточным уровнем подготовки и знаний диагностировать и устранять сложные неисправности (системный сбой, нехарактерный отказ, «плавающий» дефект), в тех случаях, когда отсутствует возможность передачи опыта и знания более опытных сотрудников.

№ 3 (47)

*Е. А. Фокина, А. А. Трофимов, В. Н. Пономарев,
С. А. Здобнов*

Проектирование имитационной модели датчика температуры при воздействии критических температур и синусоидальной вибрации

Измерение вибрации – это один из самых популярных и экономичных методов диагностики общего состояния оборудования и имеет неоспоримое значение в современной технике. Благодаря этому процессу производители и потребители могут быть уверены в надежности и качестве технических систем, а также предотвращать возможные поломки и сбои. А широкий объем вибрационных измерений в различных областях подтверждает их универсальность и важность в современном техническом прогрессе. Цель измерения воздействия критических температур на датчик температуры заключается в определении того, как изменение критической температуры может повлиять на точность и надежность работы преобразователя. Это позволит улучшить качество измерения температуры, исключить погрешности и ошибки в работе оборудования, а также повысить эффективность его использования в различных условиях эксплуатации.

С. И. Фролов, Е. А. Данилова, И. И. Кочегаров
Компоновка безрезонансных блоков бортовых радиоэлектронных систем с использованием двухслойных печатных плат с жесткой основой

Целью работы является разработка инженерной методики расчета печатных узлов с жесткой подложкой. Проведен анализ методов и способов расчета безрезонансных (в рабочем диапазоне частот) электронных блоков бортовых радиоэлектронных средств (БРЭС) и в целом проектирования безрезонансных электронных блоков. Проведено моделирование собственных частот колебаний для различных способов закрепления печатных узлов.

А. Н. Якимов
Модельное исследование влияния формы переменного-фазных участков распределения поля на излучение антенны

В радиотехнических системах различного назначения при решении задач на максимальных дальностях в широком секторе углов используются микроволновые антенны с диаграммой направленности секторного вида. Для формирования такой диаграммы направленности в антенне

требуется создать переменнo-фазное распределение источников возбуждения (токов или полей). Модельное исследование влияния формы отдельных участков переменнo-фазным распределением поля в апертуре микроволновой антенны на параметры ее квазисекторной диаграммы направленности может быть проведено путем представления этого распределения комбинацией математических функций с использованием логики предикатов.

№ 4 (48)

*В. П. Перевертов, А. Г. Жданов, Н. А. Кузин,
В. Н. Новикова, Н. К. Юрков*

К проблеме повышения надежности устройств диагностики наноматериалов в гибридных технологиях

Термин «оптическая когерентная томография» появился много десятилетий назад в работах, посвященных расширению возможностей низкокогерентной рефлектометрии для визуализации внутренней структуры мутных сред. Этот термин, несмотря на то, что он не совсем соответствует общепринятой концепции томографии (последнее восстановление изображения путем решения обратной математической задачи), в настоящее время признан во всем мире. Целью исследования является анализ методов диагностики наноматериалов в гибридных технологиях формoобразования деталей в транспортной инженерной системе (газотурбинные моторвагонные поезда, изготовленные из новых материалов).

*А. В. Зубарь, О. В. Духанов,
А. А. Громов, А. Ю. Тычков*

Способы автоматического определения границ адаптивных областей поиска соответствий на стереоизображениях

Анализ существующих способов проведения автоматического поиска соответствий на стереоизображениях показал, что в области автоматизации поиска соответствий на стереопарах с точки зрения одновременных минимизации вычислительных затрат и обеспечения точности вычислений присутствуют проблемные вопросы. Связаны они, в первую очередь, с автоматическим определением положения ограниченной с двух сторон и адаптивной по форме и характеру дисторсии области поиска в условиях обеспечения возможности ее перестройки в реальном масштабе времени при динамичном изменении взаимного положения в пространстве видеоканалов с известными и неизвестными внутренними параметрами, а также при обработке изображений высокого разрешения без их предварительной попиксельной переработки.

*Ю. В. Федюкин, Е. И. Минаков, И. Е. Агуреев,
Н. И. Хазов, В. М. Чайковский*

Построение и применение модели эффективности интеллектуальной транспортной системы

Тема оценки эффективности интеллектуальных транспортных систем на сегодня актуальна и важна. Она оказывает управляющие воздействия на транспортную систему города (агломерации) и обеспечивает достижение необходимого уровня индикаторов в части пропускной

Е. А. Пафилов, А. В. Петешов, А. С. Ишков
**Алгоритм оптимального обнаружения
 в поляриметрической радиолокационной
 системе**

способности, безопасности дорожного движения, уровня загруженности улично-дорожной сети и обслуживания дорожного движения.

В поляризационных радиолокационных системах с синтезированной апертурой в сравнении с обычными, использующими излучение и прием сигналов фиксированной поляризации, организуются дополнительный канал излучения и три дополнительных канала приема. Это существенно увеличивает количество информации о радиолокационных объектах и расширяет возможности по повышению качества обнаружения целей. Оптимальный поляриметрический обнаружитель вводится для идеальной ситуации, когда характеристики помехи полностью известны. Такой алгоритм обеспечивает потенциально достижимые характеристики обнаружения цели на фоне помехи. В общей постановке задача обнаружения цели на фоне помех формулируется как задача проверки статистических гипотез о наличии или отсутствии цели по наблюдаемой реализации сигнала.

*А. И. Власов, А. В. Гараев, В. О. Захарова,
 К. В. Селиванов, Д. Д. Чернышов*
**Методика профилизации беспилотных
 летательных аппаратов на основе
 аддитивных технологий**

Проводится анализ современных аддитивных технологий и их применение для производства беспилотных аппаратов. Проведены систематизация и обобщение методов и средств профилизации беспилотных летательных аппаратов на основе аддитивных технологий. Систематизированы возможности аддитивных технологий и их преимущества по сравнению с традиционными технологиями производства деталей различных машин.

*А. А. Рыжов, А. В. Лысенко, И. М. Рыбаков,
 В. С. Мамонтов, Н. К. Юрков*
**К проблеме повышения надежности
 самовосстанавливающихся предохранителей**

Рассмотрена специфика изготовления самовосстанавливающихся предохранителей на основе полимерной сшивки.

*Е. А. Данилова, Н. С. Алмашкина,
 И. М. Рыбаков*
**Применение статистических методов оценки
 надежности печатных плат**

В современной радиоэлектронной аппаратуре печатные платы являются основной составляющей и выполняют важную роль объединения всех электронных элементов для выполнения заданных функций устройства. Процесс производства печатных плат довольно сложен и включает несколько стадий, каждая из которых состоит из определенного набора работ. Возникновение технологических дефектов возможно на любой стадии и связано с условиями производства, используемым оборудованием, применяемыми материалами, квалификацией персонала и т.д. Поэтому особо важным становится учет и анализ всех возникающих дефектов для своевременного изменения и корректировки технологического процесса производства печатных плат в целях недопущения выпуска некачественной продукции.

**ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

№ 1 (45)

*Л. Ю. Кривоногов, М. С. Геращенко,
С. И. Геращенко, А. Н. Митрошин, С. Ф. Левин*
**Нейросетевой модуль контроля качества
зарегистрированных сигналов для систем
амбулаторного персонального
телемониторинга ЭКГ**

Рассматривается разработка системы амбулаторного персонального телемониторинга ЭКГ (АПТЭКГ). Показана связь повышения достоверности принимаемых решений в системах АПТЭКГ с контролем качества зарегистрированных электрокардиосигналов (ЭКС). Доказана целесообразность включения в состав систем АПТЭКГ модуля контроля качества зарегистрированных ЭКС.

№ 2 (46)

А. В. Заяра, М. Е. Данилин
**Применение нечеткого логического вывода
для моделирования процесса изменения
технического состояния электроаппаратуры
мобильных робототехнических комплексов**

Современные робототехнические комплексы оснащаются сложной электроаппаратурой, на долю которой приходится более половины отказов, обусловленных деградационными процессами. В целях предупреждения о приближении предельного состояния электроаппаратуры мобильных робототехнических комплексов транспортного назначения необходимо проводить мониторинг.

№ 3 (47)

Г. С. Макеева
**Электронно-управляемые нелинейные
устройства дальнего и среднего
инфракрасного диапазона на платформе
графеновой плазмоники. Обзор**

Актуальность тематики обусловлена необходимостью освоения инфракрасного (ИК) диапазона для оптических телекоммуникационных систем, ИК-спектроскопии и приложений биофотоники и диктуется потребностями нелинейной ИК-оптики в реализации активных оптических функций на основе графена, таких как генерация ИК-излучения, преобразование частоты для применений в оптической связи, обработке материалов, точных измерениях, спектроскопическом зондировании и биологических сенсорах. Цель данной работы – представить принципы построения и функционирования электрически перестраиваемых нелинейных устройств дальнего и среднего ИК-диапазона: генераторов гармоник и умножителей, преобразователей частоты и смесителей на основе графеновых ей, основываясь на новейших достижениях графеновой плазмоники.

А. И. Годунов, С. А. Куканов, П. С. Суздальцев
**Навигационные элементы полета
беспилотного летательного аппарата**

Рассматривается проблема навигации и управления беспилотными летательными аппаратами (БЛА). Для обеспечения эффективного выполнение полетного задания предлагается учитывать в расчетах навигационные элементы полета беспилотного летательного аппарата. Особенностью предложенного метода является возможность оценки характеристик и параметров

А. В. Васильева

Исследование алгоритмов измерения составляющих вектора скорости радиовысотомерных систем, адаптивных к подстилающей поверхности

Ю. Т. Зырянов, Д. Ш. Калхиташивили, С. П. Хрипунов

Разработка прототипа архитектуры интеллектуального микроконтроллера при реализации приложений Интернета вещей

Д. В. Егжов, Л. А. Надейкина, П. О. Терешко

Система поддержки авиапассажиров с использованием технологий мониторинга их местоположения

элементов, влияющих на траекторию и точность полета. Учитываются различные факторы, такие как аэродинамические свойства БЛА, условия окружающей среды, системы навигации и управления.

Современный этап развития авиации характеризуется устойчивой тенденцией к повышению требований к тактико-техническим характеристикам летательных аппаратов, в том числе к системам маршрутной навигации. Естественное следствие такой тенденции – повышение роли и значения радиолокационных датчиков навигационной информации. К таковым относятся радиовысотомерные системы (РВС), обеспечивающие измерение высоты и составляющих вектора скорости в связанной системе координат. В настоящее время актуальной задачей является повышение точности измерения параметров движения летательных аппаратов над неоднородными сложными поверхностями.

В рамках современной парадигмы цифровой трансформации общества и бурного роста количества цифровых технологий внедрение Интернета вещей (IoT) происходит во все сферы жизни человека. Данные технологии применяются в промышленном секторе экономики и в частной жизни. Разработка и внедрение Интернета вещей – это парадигма, заключающаяся в разработке связанных между собой технических объектов при помощи различных методов и протоколов связи, с передачей данных в облачный центр. Данная технология имеет ряд ограничений: в виде объема памяти, электрического заряда и низкой эффективности процессора. Второе ограничение – отсутствие алгоритмов машинного обучения. В связи с этим требуются новые методы и инженерные подходы для решения данной проблемы. Цель статьи – разработка архитектуры прототипа микроконтроллера для контроля технического состояния информационно-измерительных и управляющих систем на основе концепции Интернета вещей и алгоритмов машинного обучения для обработки многопоточных источников данных.

Представлена система мониторинга местоположения авиапассажиров в здании аэропорта, предоставляющая сервис оповещения опаздывающих на посадку, а также предоставляющая эффективный способ скорейшего следования к месту посадки.

Н. О. Борщев

Метод идентификации теплофизических характеристик теплоизоляционных материалов, предназначенных для термостатирования аппаратуры в условиях невесомости

Рассматривается последовательный алгоритм идентификации теплофизических характеристик, таких как коэффициент теплопроводности материала, массовая теплоемкость и интегрально-излучательная способность поверхности криогенной теплоизоляции для орбитального участка полета.

А. В. Заяра, В. П. Фандеев

Моделирование кратных отказов в аппаратуре мобильных робототехнических комплексов

Робототехнические комплексы оснащаются сложной электроаппаратурой различных принципов действия, которая подвержена неизбежным отказам. Успешный поиск мест отказов, в том числе и кратных, будет определять эффективность системы технического обслуживания и ремонта.

*М. И. Корнилова, С. В. Бусыгин,
В. Н. Ковальногов, В. Н. Клячкин*

Прогнозирование качества функционирования технического объекта с использованием машинного обучения

Качество функционирования сложных технических систем определяется множеством характеристик. Прогнозирование значений этих характеристик по результатам мониторинга показателей работы объекта дает возможность выполнить постоянно растущие требования по обеспечению безопасности и надежности. Необходимая точность прогнозирования требует построения качественных математических моделей. В качестве технического объекта рассмотрено горелочное устройство: оценивается качество функционирования таких устройств по одной из основных характеристик – температуре ядра пламени. Цель исследования – разработка методики построения математической модели, которая бы обеспечила достаточно точный прогноз характеристик функционирования технического объекта.

БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

А. В. Маслобоев

Индикаторный метод интегральной оценки жизнеспособности региональных критических инфраструктур на основе нечетких вычислений (Часть 1. Постановка задачи и общая структура метода)

Исследование направлено на развитие известных и разработку новых моделей и методов поддержки принятия решений в области управления безопасностью и устойчивым функционированием критических инфраструктур и социально-экономических объектов Арктической зоны Российской Федерации. Эта задача особенно актуальна на региональном уровне с точки зрения необходимости повышения защищенности критически важных объектов/инфраструктур, сдерживания каскадных эффектов воздействия множественных угроз различной природы на системы более высокого уровня и обеспечения благоприятных условий для смягчения негативных последствий влияющих факторов на состояние работоспособности элементов этих систем.

О. В. Кузнецова, В. А. Шорин, В. Б. Алмаметов
**Информационно-логические модели
 динамики гетероструктур безопасности**

Рассматривается проблема обеспечения безопасности личности, общества и цивилизации.

№ 2 (46)

В. П. Перевертов, Н. А. Кузин
**К вопросу безопасности движения
 транспортно-технологических систем
 и надежности технических средств**

Обоснована необходимость надежности крепления колесной техники на открытой железнодорожной платформе при возрастающих нагрузках и скоростях движения подвижного состава.

А. В. Маслобоев
**Обобщенная методология построения
 мультиагентных систем управления
 жизнеспособностью критических
 инфраструктур**

Работа направлена на адаптацию, применение и развитие технологий распределенного искусственного интеллекта для задач информационно-аналитического обеспечения ситуационных центров регионального уровня и повышения эффективности их функционирования при управлении безопасностью и жизнеспособностью критических инфраструктур. Цифровизация ситуационного управления требует разработки и внедрения адаптивных самоорганизующихся систем, основанных на знаниях и обладающих высокой автономностью, про-активностью и интероперабельностью.

А. В. Маслобоев
**Индикаторный метод интегральной оценки
 жизнеспособности региональных
 критических инфраструктур на основе
 нечетких вычислений (Часть 2. Модели
 показателей качества жизнеспособности)**

Исследование направлено на развитие известных и разработку новых моделей и методов поддержки принятия решений в области управления безопасностью и устойчивым функционированием критических инфраструктур и социально-экономических объектов Арктической зоны Российской Федерации. Эта задача особенно актуальна на региональном уровне с точки зрения необходимости повышения защищенности критически важных объектов/инфраструктур, сдерживания каскадных эффектов воздействия множественных угроз различной природы на системы более высокого уровня и обеспечения благоприятных условий для смягчения негативных последствий влияющих факторов на состояние работоспособности элементов этих систем.

№ 4 (48)

*А. К. Бейсенбаева, Д. С. Ергалиев,
 М. А. Богачева, Е. С. Сулейманова,
 А. М. Мухамбетов*
**Прогнозирование качества
 функционирования технического объекта
 с использованием машинного обучения**

Современное состояние казахстанских аэропортов показывает их обеспеченность сложным техническим оборудованием, позволяющим отслеживать, идентифицировать, распознавать лица, выявлять запрещенные к перевозке предметы. Все эти процедуры позволяют осуществлять качественный контроль пассажиров. Однако развивающиеся угрозы авиационной безопасности требуют инновационных подходов и мгновенных решений.

A. V. Masloboev

Application of the Ignatyev adaptative maximum principle in management of critical infrastructures resilience

The research work is aimed at adapting and applying state-of-the-art cybernetic methods for analyzing complex dynamic systems in order to improve the management efficiency of regional critical infrastructures resilience and safety, and enhancing the analytical capabilities of decision support systems used in this area. The urgency of this problem is due to the lack of a unified methodological framework and best practices for maintaining the stable resilient operating of critical infrastructures of various levels and types under conditions of uncertainty and risk.

Е. А. Воронин, А. Г. Семкин

Управление продовольственной безопасностью методами машинного обучения в информационном пространстве аграрно-промышленного комплекса

Рассматривается уточненная постановка задачи управления продовольственной безопасностью при формировании цифровой экономики, разработанная на основе вероятностной оценки реализации организационных, организационно-ресурсных и технико-технологических процессов обеспечения продовольственной безопасности с применением универсальной методики.