

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**М. А. Завьялов, А. М. Завьялов, Е. А. Бедрин**

**Математическое моделирование состояния термической устойчивости массива мёрзлого грунта**

Приводится математическая модель, позволяющая оценивать и прогнозировать состояние термической устойчивости массива мёрзлого грунта, лежащего в основании искусственных сооружений.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, массив мёрзлого грунта, термическая устойчивость.

**О. В. Лях, Н. Г. Эйсмонт, Вад. И. Суриков, Вал. И. Суриков**

**Физические аспекты старения оксида ванадия (III)**

Хорошо известно, что трехокись ванадия ( $V_2O_3$ ) обладает фазовым переходом диэлектрик – металл (ФПМД), что широко используется в некоторых современных системах автоматизации и контроля. Однако  $V_2O_3$  является соединением, способным к спонтанному окислению до соединения  $V_2O_5$ , не обладающего фазовым переходом. Это позволяет говорить о склонности оксида к «старению» и, как следствие, к изменению его свойств. В работе проведен анализ факторов влияющих на скорость окисления, а так же о способах замедления процесса старения. Для этого получены зависимости электрического сопротивления от температуры (80–300 К) для образцов  $V_{2\pm\delta}O_3$  и  $V_{2\pm\delta}Me_{0,020}O_3$  (Me–Fe, Cr, Al). Определены некоторые параметры фазового перехода металл – диэлектрик. Все эти исследования проводились в течении длительного времени.

**Ключевые слова:** электрическое сопротивление, оксид ванадия (III), фазовый переход, старение материала.

**М. Б. Моисеев, Б. К. Неворотов**

**Обратная задача теории электромагнитного излучения**

По заданной на отрезке частот функции спектра излучения определяется электромагнитное поле, создающее этот спектр.

**Ключевые слова:** функция спектра излучения; электромагнитное поле.

**Н. Г. Эйсмонт, Вал. И. Суриков, Вад. И. Суриков, О. В. Лях**

**Роль молекулярной подвижности в формировании физико-механических свойств модифицированного политетрафторэтилена**

Анализируются особенности влияния молекулярной подвижности на вязкоупругие свойства, в том числе на динамический модуль упругости, политетрафторэтилена, модифицированного структурно активным и неактивным наполнителем. Показана определяющая роль молекулярной подвижности в формировании температурных и концентрационных зависимостей динамического модуля сдвига и фактора механических потерь в рассматриваемых материалах. Характер изменения подвижности цепей ПТФЭ, а, следовательно, и вязкоупругих свойств при модифицировании тем или иным наполнителями определяется действием двух факторов: энергетическим и энтропийным.

**Ключевые слова:** композиты, политетрафторэтилен, модифицирование, углерод, бронза, модуль упругости, вязкоупругие свойства.

**Е. В. Бесценная**

**Симметризация полинома Кауффмана, инвариантная при  $n$ -скручиваниях**

На основе скобочного полинома Кауффмана строится семейство инвариантов узлов и зацеплений, не меняющихся при  $n$ -скручиваниях диаграмм.

**Ключевые слова:** узел, зацепление, инвариант, полином Джонса, Лорановский полином,  $n$ -скручивание.

**Е. Г. Павлова, И. И. Гончар, Т. А. Аронова**

**Точность формул Крамерса для скорости деления ядер: микроканонический ансамбль**

Исследована точность аналитических формул для скорости деления возбуждённых ядер в рамках микроканонического ансамбля. Для моделирования используется уравнение Смолуховского. Как в аналитических формулах, так и в моделировании учтены деформационные зависимости температуры и параметра плотности одночастичных уровней.

**Ключевые слова:** скорость деления, формула Крамерса.

## **ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ. ХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**

**И. А. Кировская, Л. В. Новгородцева**

**Механо-химические исследования каталитической активности компонентов системы GaSb-ZnTe**

С использованием методов Фурье-ИК-спектроскопии и механо-химии изучены каталитические свойства бинарных (GaSb, ZnTe) и многокомпонентных полупроводников системы GaSb-ZnTe в реакции разложения изопропилового спирта. Показана роль механо-химического диспергирования: наиболее активна свежеобразованная поверхность полупроводников. Подтвержден механизм разложения изо- $C_3H_7OH$ . Выявлен наиболее активный катализатор – твердый раствор состава  $(GaSb)_{0.95}(ZnTe)_{0.05}$ . Показана возможность оценки относительной каталитической активности на основе ИК-спектров, не прибегая к каталитическим исследованиям.

**Ключевые слова:** полупроводники, катализаторы, ИК-спектры, дегидрирование, дегидратация, механохимическая активация.

**И. А. Кировская, П. Е. Нор**

**Химический состав и кислотно-основные свойства поверхности компонентов системы CdS-CdTe**

Впервые изучены химический состав и кислотно-основные свойства поверхности бинарных и многокомпонентных полупроводников системы

CdS-CdTe, выдержанных в атмосферных условиях, вакууме, а также подвергнутых воздействию газов ( $NH_3$ , CO). Установлены определенные закономерности в изменении кислотно-основных свойств под влиянием указанных внешних факторов и изменением состава полупроводников. Показана возможность предварительной оценки адсорбционной активности по кислотно-основным характеристикам поверхности. Найденный таким образом наиболее активный по отношению к CO адсорбент состава  $(CdS)_{0.16}(CdTe)_{0.84}$  предложен в качестве первичного преобразователя соответствующего сенсора-датчика.

**Ключевые слова:** алмазоподобные полупроводники, твердые растворы, химический состав, кислотно-основные свойства поверхности, адсорбционная активность, первичный преобразователь.

**Е. В. Миронова**

**Снижение вязкости резинового клея ультразвуком**

Воздействие ультразвука на бензиновые растворы сырой резиновой смеси (резиновый клей), изготовленной на основе каучука приводит к существенному снижению вязкости клея, что позволяет повысить концентрации раствора, уменьшить время испарения растворителя в процессах склеивания резин, улучшить свойства смачиваемости клея поверхности резин.

**Ключевые слова:** резиновый клей, ультразвуковая обработка, диффузионные процессы, вязкость резинового клея, молекулярная масса резиновой смеси.

## **МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ**

**А. А. Ларин**

**Жизненный и творческий путь профессора Юрия Аркадьевича Гоппа**

В статье представлен творческий путь выдающегося ученого – механика, доктора технических наук, профессора Юрия Аркадьевича Гоппа – специалиста в области теории колебаний, динамики систем с двигателями внутреннего сгорания и теории автоматического регулирования динамических систем. Он является одним из организаторов Омского машиностроительного института.

Ключевые слова: дизельный двигатель, крутильные колебания, демпфер, антивибратор.

**С. С. Выборов, А. Ю. Попов**

**Тенденции позиционирования ОмГТУ в качестве базового регионального инновационно-технологического центра металлообработки**

Реализация программ техперевооружения предприятий невозможна без эффективного решения задач технологического аудита производства, выбора современных технологий, моделей оборудования и программного обеспечения, подготовки и исполнения контрактов. Огромную роль играет организация сервисного обеспечения (запуск оборудования, гарантийное и послегарантийное обслуживание, поставка запчастей, инструмента) и, конечно же, важнейшим звеном сервисного обеспечения является обучение персонала.

**Ключевые слова:** металлообработка, инновационно-технологический центр.

**П. Д. Балакин, Ю. А. Бурьян**

**Обоснование выбора схемы универсального стенда для экспериментального определения геометрии масс сложных реальных техногенных объектов**

Точное определение инерционных характеристик сложных реальных подвижных техногенных объектов является актуальной проблемой, решаемой исключительно опытным путем. Несмотря на обилие технических решений известных стендов, разработка схемы универсального стенда интересна и экономически состоятельна в прикладном плане.

**Ключевые слова:** реальный объект, момент инерции, частота собственных колебаний, стенд.

**И. М. Ковенский, К. В. Кусков, И. А. Венедиктова**

**Усталостное разрушение сварных соединений трубных сталей 09Г2С и 17Г1С-У**

Установлено влияние сварных швов на выносливость образцов. Получены квадратичные уравнения зависимости числа циклов до разрушения сварных соединений сталей 09Г2С и 17Г1С-У от максимального растягивающего напряжения и амплитуды напряжения. Методом сканирующей электронной микроскопии установлен характер разрушения сварных соединений трубных сталей.

**Ключевые слова: усталость, сварной шов, поверхность разрушения, трубные стали.**

**В. Н. Кусков, А. Г. Обухов, Р. А. Мамадалиев**

**Влияние режима на переход хрома в наплавленный металл при сварке стали 20Х13**

Исследовано влияние силы тока и типа источника питания на переход хрома в наплавленный металл при сварке стали 20Х13. Установлено снижение перехода хрома в наплавленный металл при увеличении силы тока из-за ускорения его выгорания. Эффективность применения инверторного источника питания возрастает в случае повышения силы тока до 140 А.

**Ключевые слова:** хром, сталь 20Х13, сварочный выпрямитель, инверторный источник питания, сила сварочного тока.

**В. И. Трушляков, Е. А. Юткин**

**Обзор средствстыковки и захвата объектов крупногабаритного космического мусора**

В данной статье проведён обзор и анализ разрабатываемых средств и способовстыковки и захвата некооперируемых объектов крупногабаритного космического мусора. На основе проведённого исследования систематизирована информация о разрабатываемых в США и странах Евросоюза устройствахстыковки и захвата, выделены основные типы подходов к решению указанных задач.

Сформулированы требования для многоразовых систем, выполнение которых необходимо для организации успешнойстыковки с некооперируемыми объектами и их последующей буксировкой на орбиту утилизации.

**Ключевые слова:** засорение околоземного космического пространства, крупногабаритный космический мусор, захват,стыковка с некооперируемыми объектами на орбите.

**Д. И. Чернявский, Д. Д. Чернявская**

**Механический импульс энергии материальной точки переменной массы**

В статье обосновывается актуальность применения величины, называемой «механический импульс энергии». Физический смысл данной величины состоит в том, что она характеризует эффективность изменения энергетического состояния тела. Если физический объект является источником энергии, которая преобразуется в его механическое движение, величина импульса энергии должна стремиться к максимуму. И наоборот, если главной задачей является экономичное использование энергетических ресурсов, величина импульса энергии должна быть минимально возможной.

В работе рассмотрены примеры использования импульса энергии для изучения движения тел переменной массы.

**Ключевые слова:** энергия, механический импульс, ракетная техника, элементарная работа.

**В. Е. Щерба, А. К. Кужбанов, Е. А. Павлюченко, А. П. Болштянский**

**Анализ влияния угловой скорости коленчатого вала на эффективность насос-компрессора с газовым демпфером**

В работе рассматривается влияния угловой скорости вращения коленчатого вала на энергетические характеристики и производительность поршневого насос-компрессора с газовым демпфером. Приведены основные результаты расчетов, полученные при проведении анализа влияния угловой скорости вращения вала на коэффициент подачи, индикаторный изотермический КПД, количество отводимой теплоты, утечек газа в компрессорной полости, объемного КПД, неравномерности подачи, относительных утечек и мощности насосной полости.

**Ключевые слова:** насос-компрессор, газовый демпфером, коэффициент подачи, индикаторный изотермический КПД.

**А. Л. Ахтулов, А. В. Шимохин, Л. Н. Ахтулова**

**Вероятностная модель надежности подвижной единицы в системе технического обслуживания и ремонта вагонов**

В статье рассмотрена вероятностная модель надежности подвижной единицы в системе технического обслуживания и ремонта вагонов на примере буксового подшипника положенная в основу методики прогнозирования отказа за счет мониторинга скорости роста износа.

**Ключевые слова:** вибродиагностика, мониторинг оборудования, ТРМ, персонал, система планово-предупредительных ремонтов.

**И. С. Вавилов, Е. А. Черевко**

**Сравнительный анализ энергоэффективности конструктивных схем сухопутных ЛАВП с совмещёнными и разнесёнными центрами тяжести и давления при движении в условиях бокового ветра**

Данная работа дополняет теоретические и экспериментальные исследования, проводившиеся для обеспечения устойчивости летательного аппарата на воздушной подушке под действием бокового ветра. Рассмотрены три случая движения ЛАВП с аэродинамическим управлением при воздействии бокового ветра.

**Ключевые слова:** аппарат на воздушной подушке, устойчивость по рысканию, аэродинамическое сопротивление.

**В. Ф. Ковалевский**

**Триботехнические характеристики пар трения скольжения с маслоудерживающим рельефом, сформированным капельно-адгезионной технологией**

В статье рассматривается влияние маслоудерживающего рельефа, сформированного капельно-адгезионной технологией (КА-технологией), на трение покоя образцов, силу трения при установившемся движении, коэффициент трения, а также температуру в зоне трения и длительность приработки.

**Ключевые слова:** трение, износ, смазка, рельеф, деталь.

**В. А. Коновалов, Д. В. Обуховский, А. М. Прокурин**

**Определение напряжения текучести стали 20 после холодного обжима толстостенных труб конической матрицей**

Экспериментально определены напряжения текучести стали 20 в различных зонах обжатых толстостенных трубных образцов. Обжим выполнен коническими матрицами с углами (на сторону) в 100, 150, 22030° и коэффициентами обжима 1,25, 1,40, 1,55, 1,70. Деформирование осуществлялось в холодном состоянии. Значения напряжений получены расчетом через величины твердости, замеренные в единицах HRB. Данные могут использоваться для учета упрочнения при проектировании технологических процессов штамповки обжимом.

**Ключевые слова:** обжим, толстостенная труба, коническая матрица, напряжение текучести, коэффициент обжима.

**О. В. Кропотин, Ю. К. Машков, О. А. Кургузова**

**Создание полимерного антифрикционного нанокомпозита на основе политетрафторэтилена с повышенной износостойкостью**

Получен антифрикционный полимерный композиционный материал на основе политетрафторэтилена. В составе комплексного наполнителя-модификатора использованы углеродные нанотрубки. В качестве способа повышения эффективности структурной модификации применен метод ограничения теплового расширения в объеме материала при его спекании.

**Ключевые слова:** полимерные композиционные материалы, политетрафторэтилен, нанотрубки, ограничение теплового расширения.

**О. В. Кропотин, Ю. К. Машков, В. А. Егорова, О. А. Кургузова**

**Разработка полимерных композитов триботехнического назначения с микроразмерными модификаторами**

Рассматриваются результаты разработки новых полимерных композиционных материалов на основе политетрафторэтилена при введении в матрицу микроразмерных порошков нитрида титана, карбida кремния и скрытокристаллического графита. Устанавливается взаимосвязь структурных изменений в полимере с увеличением износостойкости полимерных композиционных материалов.

**Ключевые слова:** полимерный композиционный материал, политетрафторэтилен, модификация, наполнитель, износостойкость.

**О. С. Ломова**

**Математическое моделирование структурных изменений в поверхностях заготовок при тепловых возмущениях в процессе шлифования**

В статье приведены математические зависимости для расчета температуры шлифования и глубины ее проникновения в поверхностный слой заготовки. Определены условия уменьшения указанных параметров на точность обработки и даны

общие рекомендации по управлению циклами шлифования исходя из структурных превращений в поверхностном слое заготовок.

**Ключевые слова:** круглое наружное шлифование, тепловые деформации, точность обработки, структурных изменения поверхностей заготовок.

**О. С. Ломова, И. А. Сорокина**

**Исследование точности процесса круглого шлифования имитационным моделированием**

В статье представлена математическая модель процесса шлифования с учетом динамических явлений. Возможность наблюдения за переходными процессами циклов шлифования позволяет найти условия уменьшения их отрицательного влияния на точность заготовок и выбирать рациональные параметры обработки.

**Ключевые слова:** процесс шлифования, точность обработки, динамическая модель круглошлифовального станка, упругие деформации.

**В. В. Дегтярь**

**Долговечность подшипников тяжелонагруженных узлов машин**

В статье рассмотрена проблема повышения ресурса подшипников качения. Предложен способ и механизм повышения долговечности подшипников за счет электрохимикомеханической обработки. Приведены параметры обработки, рабочие жидкости, а также способ диагностирования процесса электрохимикомеханической обработки подшипников.

**Ключевые слова:** ресурс, долговечность, подшипник, повышение.

**Ю. П. Макушев, А. В. Филатов**

**Влияние интенсивности процесса впрыска на баллистику топливного факела**

Дана оценка интенсивности процесса впрыска топливных систем с механическим и электронным управлением (аккумуляторных), определено влияние давления, диаметра соплового отверстия на мелкость и дальность топливного факела. Показано, что период задержки воспламенения, длина факела, размеры камеры сгорания должны быть согласованы.

**Ключевые слова:** впрыск топлива, интенсивность, мелкость распыливания, факел, дальность.

**А. А. Ражковский, А. Г. Кисель, А. А. Федоров, Д. С. Реченко**

**Влияние СОЖ на момент трения при обработке резанием стали У8**

Известно, что при резании металлов практически вся энергия расходуется на трение и переходит в тепло. Поэтому при изучении процесса резания с точки зрения износа режущего инструмента главное внимание следует уделять трению и тепловым процессам.

Непосредственное влияние на производительность и качество обработки материалов резанием оказывают смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС), осуществляя охлаждающее, смазочное и моющее действия.

**Ключевые слова:** смазочно-охлаждающая жидкость, момент трения, резание, сталь.

**Е. С. Терещенко, И. А. Мурог, Д. Ю. Фадеев, Д. В. Шабалин**

**Способ повышения подвижности автомобилей многоцелевого назначения при эксплуатации на различных дорожных покрытиях**

На основе имитационного моделирования исследованы и обоснованы технические решения по совершенствованию распределения мощности между ведущими колесами автомобилей многоцелевого назначения посредством механической трансмиссии, реализующие: рациональное распределение мощности между ведущими мостами; метод периодически отключаемого полного привода; метод управления буксование ведущих колес путем приложения тормозного момента и (или) уменьшения подачи топлива; метод блокирования межколесных и межосевых связей.

**Ключевые слова:** трансмиссия, автомобиль многоцелевого назначения, дифференциал, передаточное отношение.

**Е. С. Терещенко, И. А. Мурог, Д. Ю. Фадеев, Д. В. Шабалин**

**К вопросу о повышении эффективности рулевого управления автомобилей многоцелевого назначения**

В статье представлены результаты исследования и обоснованы технические решения по устранению недостатков рулевого управления автомобилей многоцелевого назначения, а также представлена зависимость требуемого угла наклона силовой статической характеристики рулевого управления от момента **сопротивления повороту управляемых колес**.

**Ключевые слова:** рулевое управление, автомобиль многоцелевого назначения, рулевой усилитель, угол поворота.

**Н. Н. Чигрик**

**Оценка точности элементных размеров деталей цилиндро-поршневой группы автомобильного двигателя ЗМЗ-511.10**

На основании исследования вопросов точности элементных размеров деталей цилиндро-поршневой группы автомобильного двигателя ЗМЗ – 511.10 при их комплектации и групповой взаимозаменяемости методом селективной сборки по группам действительных ремонтных размеров, применения методики расчета вероятностных характеристик цилиндрических сопряжений и графического изложения вероятностного распределения зазоров и натягов в сопряжениях «гильза – поршень», «отверстие в поршне под установку поршневого пальца – поршневой палец», «поршневой палец – отверстие во втулке верхней головке шатуна в сборе» выведены соотношения распределения зазоров и натягов в указанных сопряжениях и функциональная расчетная зависимость определения теоретического зазора и натяга в цилиндрическом сопряжении.

**Ключевые слова:** точность элементных размеров деталей, формы поверхностей элементов и их взаимного расположения, посадка, допуск посадки, групповой допуск, размерная цепь.

**Б. Ш. Алимбаева, Д. Н. Коротаев, Ю. К. Машков**

**Синтез нанокомпозитных покрытий с повышенными физико-механическими свойствами методом электроискрового легирования**

Исследовано влияние материала легирующего электрода на фазовый состав, размер кристаллов, микротвердость и толщину покрытий, формируемых методом электроискрового легирования при различных технологических режимах. Рентгенофазовым анализом покрытий, установлено, что электрод ИМХ2, обеспечивает получение интерметаллидов с наименьшим размером кристаллитов, максимальной микротвердостью.

**Ключевые слова:** электроискровое легирование, легирующий электрод, микротвердость, фазовый состав, толщина покрытия.

**С. С. Анищенко, А. Ю. Попов**

**Методика определения рационального состава оборудования**

Представлена новая концепция, в основе которой содержится следующий принцип: выполнение «черновых» операций осуществляется на старых станках, а «чистовых» операций на новом, покупном оборудовании. Доказано, что при таком методе новые станки сохраняют высокую точность обработки значительно дольше. Произведен расчет экономического эффекта при помощи станко-часа.

**Ключевые слова:** станко-час, современное оборудование, экономический эффект, трудоемкость.

**Д. Л. Вавель, Н. А. Шевелев**

**Определение основных характеристик установки непрерывного литья**

**Статья оплачена иногородними авторами**

В статье рассматривается натурное (физическое) и математическое моделирование процесса непрерывного литья в мини-установке разливки драгоценных металлов, переоборудованной для литья стали и её сплавов. Определен ряд характеристик процесса, таких, как оптимальные скорости литья и начальная температура плавления сплавов. Для расчетов использован пакет прикладных программ (ППП) «Полигон».

**Ключевые слова:** непрерывное литье, отливка, кокиль, изложница.

**И. И. Кошуков**

**Прецизионная доводка плоскопараллельных поверхностей**

Проведено исследование процесса финишной обработки плоскопараллельных поверхностей высокоточных деталей. Выведена формула математической модели равномерного износа рабочей поверхности притира. Представлены шаги проектирования реального устройства для доводки плоскопараллельных поверхностей. Даны рекомендации практического применения материалов исследования в рамках современного производства.

**Ключевые слова:** прецизионная доводка, математическая модель, удельная работа, масштабный фактор.

**А. С. Нитейский**

**Конструирование торсовой поверхности методом подвижного трехгранника Френе**

Рассмотрен подход к конструирования торсовых поверхностей методом подвижного трехгранника Френе на основе плоских кривых. Выполнены некоторые примеры конструирования на основе кривых второго порядка. Полученные результаты исследований могут быть положены в основу проектирования сложных технических линейчатых развертывающихся поверхностей оболочек деталей машин.

**Ключевые слова:** торсовая поверхность, трехгранник Френе, условие компланарности векторов, глубокорыхлитель.

**А. М. Селищев, И. В. Петунин, Г. А. Голощапов, К. В. Костин, И. А. Кудрявцев, К. А. Гримзин  
Обоснование выбора метода оценки противоизносных свойств смазочных материалов в условиях абразивного изнашивания**

В статье разработана новая конструкция трибометра, было исследовано влияние дисперсности и концентрации абразива на противоизносные свойства смазок, создана методика проверки смазочных материалов и способы введения.

**Ключевые слова:** трибометр, методика, износ, смазочные материалы.

**В. Ю. Усиков, С. В. Ушнурцев**

**Математическая модель расчета маршрута движения колесных машин**

Представлена математическая модель расчета маршрута движения колесных машин.

**Ключевые слова:** маршрут, участок дороги, дорожные условия, эффективность использования колесных машин.

**В. Р. Эдигаров, В. В. Дегтярь, В. В. Малый**

**Математическая модель температурных параметров при фрикционно-электрическом модифицировании**

Приведены результаты исследования и математического моделирования температурных параметров в зоне обработки при фрикционно-электрическом модифицировании стальных поверхностей трения.

**Ключевые слова:** модифицирование, площадь контакта, шероховатость, плотность электрического тока, технологические параметры.

**М. И. Трибельский**

**Результаты экспериментального исследования резинокордных патрубков-задвижек**

В работе приводятся методика и результаты экспериментального исследования усталостной выносливости резинокордных патрубков-задвижек по числу циклов открытия / закрытия. Показано, что ресурс резинокордных патрубков-задвижек в 2–3 раза превышает ресурс (500–5000 циклов), гарантированный изготовителями аналогов – металлических задвижек с обрезиненным клином, и растет с увеличением диаметра патрубка.

**Ключевые слова:** резина, выносливость, резинокордный патрубок-задвижка, ресурс, цикл открытие/закрытие.

## **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. ЭНЕРГЕТИКА**

**А. В. Бубнов, И. В. Федоров, Л. Г. Полянцев**

**Энтропийная модель взаимосвязи электроэнергетики и экономики\***

В статье рассматриваются вопросы создания концептуальной модели устойчивого развития электроэнергетики на основе теории саморганизации во взаимосвязи с экономикой. Предлагается энтропийная модель долгосрочного планирования производства, распределения и потребления мощности в электроэнергетической системе.

**Ключевые слова:** электроэнергетическая система, энтропийная модель, взаимосвязь энергетики и экономики.

**С. Ю. Долингер, А. Г. Лютаревич, В. Н. Горюнов, Д. Г. Сафонов, В. Т. Черемисин**

**Оценка дополнительных потерь мощности от снижения качества электрической энергии в элементах систем электроснабжения**

Данная статья посвящена оценке дополнительных потерь мощности в основных элементах систем электроснабжения от снижения качества электрической энергии. В статье делается анализ существующих методов определения потерь мощности от снижения качества электрической энергии. В заключении приводится алгоритм работы программы, позволяющей оценить величину потерь от снижения качества электрической энергии, и ее возможности.

**Ключевые слова:** потери мощности, снижение качества электроэнергии, программа для расчета потерь.

**Е. П. Жиленко, С. Ю. Пресс, Н. Ю. Фоменко, Д. Е. Христич**

**Управляемый хаос в установившихся режимах электроэнергетических систем**

Нелинейная динамика была успешна в объяснении очевидного предельного поведения электроэнергетических систем (ЭЭС). Компоненты ЭЭС нелинейные и линейные методы их анализа иногда приводят к качественно неправильному предсказанию поведения ЭЭС. В реальных ЭЭС происходят процессы, которые вписываются в общие рамки хаотической динамики.

**Ключевые слова:** энергетические системы, нелинейная динамика, стабильность, раздвоение, хаос.

**Е. В. Петрова, А. Я. Бигун, В. Н. Горюнов, С. С. Гиршин, А. А. Бубенчиков**

**Расчет погрешностей определения потерь электрической энергии в проводах повышенной пропускной способности из-за неучета атмосферных и режимных факторов**

В статье рассмотрены высокотемпературные провода повышенной пропускной способности. Произведен расчет температуры провода и потерь электрической энергии в проводах повышенной пропускной способности с учетом атмосферных факторов и вариации нагрузки.

**Ключевые слова:** нагрузка, провод повышенной пропускной способности, потери энергии, температура, ветер.

**Е. В. Петрова, С. С. Гиршин, Н. В. Кириченко, Е. В. Птицына, Е. А. Кузнецов**

**Применение стандарта CIGRE для экспертной оценки программы расчета потерь электрической энергии с учетом температуры проводников**

В статье рассмотрены методы расчета потерь электрической энергии в не изолированных проводах воздушных линий электропередачи. Проведен анализ их применимости в плане точности моделирования температуры токопроводящих жил относительно стандарта CIGRE. Даны рекомендации для практических расчетов температуры неизолированных проводов и потерь активной мощности.

**Ключевые слова:** температура, потери энергии, неизолированный провод, ветер, нагрузка.

**Д. Г. Сафонов, А. Г. Лютаревич, С. Ю. Долингер, С. В. Бирюков**

**Влияние отклонения напряжения на потери мощности в электрооборудовании электрических сетей и потребителей**

Данная статья посвящена вопросам влияния отклонения напряжения на работу электрооборудования. В статье рассматривается зависимость потерь мощности от уровня напряжения в силовых трансформаторах и линиях электропередач, электрических двигателях и источниках света, приводятся результаты расчетов дополнительных потерь мощности при отклонении напряжения в зависимости от загрузки электрооборудования.

Данные исследования проведены при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России.

**Ключевые слова:** отклонение напряжения, потери мощности, реактивная мощность, коэффициент загрузки.

**М. Я. Клецель, Н. М. Кабдуалиев, Т. А. Новожилов**

**Резервная защита от коротких замыканий на землю кольцевых схем электрических станций**

Изложена методика построения общей резервной защиты от коротких замыканий на землю для линий и повышающих трансформаторов главных схем электрических станций. Даны алгоритмы функционирования. Рассмотрены вопросы чувствительности и выбора параметров защиты. Приведен пример реализации.

**Ключевые слова:** защита, трансформатор, линия, соотношение токов, направление мощности, нулевая последовательность.

**К. И. Никитин, А. Н. Новожилов, Д. А. Кудабаев, Т. А. Новожилов, О. А. Сидоров**

**Чувствительная защита от замыканий на землю на ТТНП с герконом**

В данной статье описываются создание защиты от однофазного замыкания на землю в кабельных сетях с изолированной нейтралью и способ удешевления данной защиты. В них используют трансформаторы тока нулевой последовательности типа ТЗЛ или ТЗРЛ и чувствительный реагирующий орган. Как правило, это специальное и довольно дорогое реле. Снижение стоимости защиты от однофазного замыкания на землю осуществить можно, если в защите реле заменить магнитным выключателем.

**Ключевые слова:** защита от замыканий на землю, геркон, трансформатор нулевой последовательности, постоянный магнит.

**С. С. Гиршин, Н. В. Кириченко, С. С. Киселёв, Д. Е. Христич, В. В. Харламов**

**Влияние температуры обмоток на нагрузочные потери активной мощности в силовых трансформаторах подстанций**

Рассмотрены нагрузочные потери активной мощности в силовых трансформаторах как функция температуры. Показано, что данная зависимость включает нелинейную составляющую, обусловленную наличием добавочных потерь. Приведены формулы для вычисления потерь при заданной средней температуре обмоток. На примере трансформатора ТМН-6300/35 произведено сравнение температурных зависимостей нагрузочных потерь в линиях и трансформаторах.

**Ключевые слова:** потери, силовой трансформатор, тепловые процессы, обмотки, линии.

**Д. С. Осинов, А. А. Планков, А. Е. Бугреева, Н. Н. Долгих, Е. Н. Еремин**  
**Учет влияния высших гармоник тока и напряжения на критерии статической устойчивости узлов электроэнергетических систем с асинхронной нагрузкой**

В данной статье говорится о несинусоидальности в электроэнергетических системах и возникновении мощности искажения.

Также в статье говорится о влиянии высших гармоник на критерии оценки статической устойчивости узлов электроэнергетических систем с асинхронной нагрузкой.

**Ключевые слова:** критерии устойчивости, статическая устойчивость, асинхронная нагрузка, высшие гармоники.

**В. Н. Горюнов, К. В. Хацевский, А. А. Шагаров, Д. А. Шагаров**

**Исследование влияния полупроводниковых преобразователей на питающую сеть на основе математических моделей**

В статье выполнены исследования влияния источников вторичного питания на питающую сеть с помощью созданных в программном комплексе MatLab имитационных моделей. Получены осциллограммы токов и напряжений на элементах схемы, диаграммы спектрального состава сетевого тока.

**Ключевые слова:** качество электроэнергии, электромагнитная совместимость, математическая модель, источник вторичного питания.

**А. Д. Эрнст, П. Н. Матвиенко Т. П. Матвиенко**

**Вопросы компенсации емкостного тока замыкания на землю в сетях 6–10 кВ энергоемких предприятий**

Статья посвящена вопросу компенсации емкостных токов в системах промышленного электроснабжения энергоемких предприятий. Выявлено различие законов изменения и предложены формулы нелинейной экстраполяции для расчета емкостного тока замыкания на землю ориентированные на минимальное по термической стойкости сечение кабельных линий для кабелей с бумажной изоляцией и современных кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена. На примере энергоемкого предприятия показано, что при выборе степени расстройки компенсации необходим учет емкости электродвигателей, трансформаторов и присоединений.

**Ключевые слова:** емкостный ток, кабель из сшитого полиэтилена, емкость присоединений, надежность электроснабжения.

**Е. Г. Андреева, А. А. Татевосян, И. А Семина**

**Исследование моделей магнитных систем открытого типа в комплексах программ ELCUT и ANSYS**

В статье рассмотрены физические объекты и составленные для них математические модели, проведен эксперимент и численное моделирование при корректном определении граничных условий.

Анализ полученных результатов подтвердил достоверность и точность математического моделирования и области применения пакетов ELCUT 5.6 и ANSYS 10.0 (профессиональная версия).

**Ключевые слова:** магнитные системы открытого типа, математические модели.

**В. Р. Ведрученко, Н. В. Жданов, Е. С. Лазарев**

**Снижение экономического ущерба от вредных выбросов тепловых двигателей использованием альтернативных видов топлива**

Рассмотрено состояние проблемы оценки экономического ущерба от суммарных выбросов судовыми двигателями внутреннего сгорания. Отмечено, что в стандартах ИСО регламентированы характеристики вредных выбросов ДВС, их состав и нормирование. Сформированы основные способы снижения токсичности и, одновременно, повышения экономичности дизельных двигателей, работающих на разных по свойствам топливах. Приведены предпосылки для приближенной оценки экономического ущерба от загрязнения выбросами ДВС.

**Ключевые слова:** вредные выбросы дизелей, экономический ущерб, альтернативное топливо, загрязнение атмосферы.

**В. Р. Ведрученко, В. В. Крайнов, Н. В. Жданов, Д. К. Кузнецова**

**Выбор смесительных устройств для получения высокостабильных топливных смесей в системах топливоподготовки энергетических установок**

Показана целесообразность работы дизельных установок на топливных смесях из дизельного стандартного топлива (ГОСТ 305-82) и альтернативных. Перспективность такого направления обусловлена как снижением токсичности выхлопных газов дизелей, так и снижение затрат на топливо. Проанализированы существующие на рынке технические устройства для получения высокостабильных топливных смесей. Показана перспективность использования смеситель-дозаторов, обеспечивающих как необходимые качества смесей, так и регулирование состава смесей, их дозирование и топливоподачу.

**Ключевые слова:** альтернативное топливо, дизельная энергетическая установка, смеситель-дозатор, гомогенизатор, смесеобразование, токсичность выхлопных газов.

**А. П. Попов, В. Ю. Сысолятин**

**Теоретическое обоснование алгоритма управления микропроцессорным устройством измерения электрической энергии при аккумуляторном пуске двигателя внутреннего сгорания**

Рассматривается обоснование алгоритма управляющей программы цифрового микропроцессорного измерительного устройства, предназначенного для контроля значения энергии, затраченной химическим источником тока при запуске двигателя внутреннего сгорания, с использованием датчика тока, основанного на эффекте Холла. В статье рассматривается электрическая схема прибора и алгоритм функционирования программы.

**Ключевые слова:** электростартерный пуск двигателя, электрическая энергия пуска, алгоритм вычисления энергии.

**А. В. Сапалев, С. А. Харитонов, Е. И. Алгазин**

**Система электроснабжения автономных транспортных объектов**

Рассмотрены возможности системы электроснабжения летательных аппаратов и автономных транспортных объектов. Предложена система стабилизации напряжения переменного тока в широком диапазоне изменения скорости вращения вала первичного двигателя синхронного магнитоэлектрического генератора.

**Ключевые слова:** система электроснабжения, магнитоэлектрический генератор, инвертор напряжения, электрический привод.

**В. Л. Юша, Г. И. Чернов**

**Анализ термодинамической эффективности применения цикла Ренкина в системе рекуперации тепловых потерь компрессорной установки с приводным двигателем внутреннего сгорания**

В статье рассмотрены актуальные вопросы повышения экономичности мобильных компрессорных установок с приводными двигателями внутреннего сгорания. Выполнен анализ термодинамической эффективности применения цикла Ренкина в системе рекуперации тепловых потерь таких установок. Теоретически обоснована возможность существенного повышения технико-экономических показателей компрессорных установок такого типа.

**Ключевые слова:** компрессор, двигатель внутреннего сгорания, система рекуперации тепловых потерь, цикл Ренкина.

**К. В. Хацевский, О. А. Андреева**

**Влияние параметров напряжения сети на погрешности спектральных методов диагностики**

Дана оценка влияния параметров электрической сети на погрешность определения информационных признаков методов функциональной диагностики, использующих спектральный анализ временных сигналов на базе быстрого преобразования Фурье.

**Ключевые слова:** спектральный анализ, погрешность измерений, линейная интерполяция, алгоритм диагностирования.

**О. А. Комякова**

**Возможности искусственных нейронных сетей как аппарата для прогнозирования расхода электрической энергии на предприятиях железнодорожного транспорта**

В настоящей статье рассмотрен алгоритм применения искусственных нейронных сетей для планирования расхода электрической энергии на предприятиях железнодорожного транспорта. Представлен порядок обучения искусственной нейронной сети, предложены критерии для выбора оптимальной структуры и параметров сети. Выполнена апробация предложенного метода на предприятиях железнодорожного транспорта.

**Ключевые слова:** планирование, искусственная нейронная сеть, синапс, моделирование.

## **ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ**

**Ю. Н. Кликушин, В. Ю. Кобенко**

**Идентификационный способ классификации сигналов**

Описан способ классификации сигналов, основанный на результатах измерения их идентификационных характеристик: параметра формы и характеристической частоты. Предлагаемый способ позволил выделить (в виде двумерной таблицы) и оценить границы существования различных типов сигналов.

**Ключевые слова:** идентификационная шкала, измерение параметров сигналов, классификация, модель, периодические и случайные сигналы, характеристическая частота.

**В. В. Кузнецов, А. А. Новиков**

**Техническая реализация биоимпедансной поличастотной спектрометрии в диагностических исследованиях**

Настоящая статья содержит описание разработанных технических решений для практической реализации методик биоимпедансной поличастотной спектрометрии для ранней диагностики заболеваний различной этиологии. Проведен сравнительный анализ аналогов и предложены решения по совершенствованию основных технических характеристик

устройств для поличастотной биоимпедансной спектрометрии. Разработано устройство, обеспечивающее расширение возможностей существующих приборов для биоимпедансометрической диагностики.

**Ключевые слова:** биоимпедансные показатели живых тканей, диагностика патологий, неинвазивная диагностика, методы и устройства оценки показателей жизнедеятельности живых систем.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**Е. С. Гюнтер, Н. Н. Нарутта, В. Г. Шахов**  
**Облачные вычисления и проблемы их безопасности**

В статье авторы раскрывают современные технологии обработки информации – так называемые «облачные» технологии. Приведены основные сведения в этой области, существующие стандарты и возникающие при этом угрозы информационной безопасности. Также освещены методики анализа безопасности **на основе нового направления исследований – управления информационными рисками**.

**Ключевые слова:** облачные вычисления, SOAP, REST, гипервизор, шифрование, угроза безопасности.

**К. А. Королёва**  
**Метод оптимальной интерполяции нейтральным по свёртке вектором, определённым на пространстве Гильберта**

В статье исследуется задача интерполяции сигналов нейтральным по свертке вектором. Предложен метод интерполяции, имеющий оптимальный результат в смысле равномерного распределения среднеквадратичной ошибки интерполяции в спектральной области. Представлены результаты численного эксперимента на примере синусоиды. Показана эффективность предложенного метода в смысле повышения точности восстановления сигнала по дискретным отсчетам.

**Ключевые слова:** оптимальная интерполяция, окно Чебышева, теорема Котельникова, спектр.

**И. И. Вавилова, И. В. Ревина**  
**Компьютерное моделирование техногенных воздействий на окружающую среду**

В работе рассмотрены модели распространения жидких загрязнений в почве. Выполнено моделирование параметров загрязнений в почве с использованием систем компьютерной математики.

**Ключевые слова:** системы компьютерной математики, распространения жидких загрязнений в почве, нефтенасыщенность.

**М. С. Пешко, А. В. Федотов**  
**Задача фазификации параметров процесса вегетации при построении нечеткого регулятора**

В статье предлагается автоматизированная интеллектуальная система управления процессами вегетации на основе фази-управления. Для решения задачи фазификации параметров процесса используется модифицированный метод Саати в совокупности с опытом технолога Омского коммерческого тепличного комплекса. С целью оптимизации описания, полученные функции принадлежности были аппроксимированы в пакете символьной математики Maple.

**Ключевые слова:** фази-управление, фазификация, метод Саати, нечеткие множества.

**М. С. Пешко**  
**Моделирование нечеткого регулятора технологического режима процесса вегетации**

Разработана система интеллектуального управления на основе нечеткого регулятора, осуществляющая управление процессом вегетации с учетом условий протекания процесса. База правил нечеткого регулятора составлена на основе накопленного технологами опыта и опыта технологов Омского коммерческого предприятия. Результаты работы интеллектуальной системы управления продемонстрированы в математической лаборатории Matlab с использованием пакетов Simulink и Fuzzy Logic Toolbox.

**Ключевые слова:** интеллектуальная система управления, нечеткий регулятор, вегетация, база правил, Matlab, Simulink.

## РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

**В. А. Березовский, К. А. Сидоренко, А. А. Васенина, А. В. Бензик**  
**Влияние ошибки определения угла места на точность однопозиционного местоопределения**

Оценена точность определения угла места двух наиболее популярных пеленгационных алгоритмов MUSIC и ESPRIT для случая кольцевых антенных решеток при разном соотношении сигнал/шум. Проведен расчет лучевых траекторий с использованием двухслойной модели ионосферной плазмы, по данным которого получена зависимость длины трассы от угла места. Представлены результаты моделирования относительной погрешности определения расстояния до источника радиоизлучения для рассмотренных пеленгационных алгоритмов. Предложена методика быстрой оценки относительной погрешности определения дальности для алгоритмов пеленгации.

**Ключевые слова:** пеленгация, однопозиционное местоопределение, ионосферный профиль электронной концентрации.

**Д. А. Борейко**

**Улучшение параметров противолокационных фильтров**

Рассмотрены вопросы проектирования противолокационных фильтров, сделана попытка улучшения его параметров за счет проработки конструкторской части устройства, приведена методика оценки топологии печатной платы на основе ее моделирования. Получено экспериментальное подтверждение достоверности метода.

**Ключевые слова:** противолокационный фильтр, LC-фильтр, печатная плата, электромагнитная совместимость, амплитудно-частотная характеристика.

**А. В. Майстренко, А. А. Светлаков, Н. В. Старовойтов**

**Цифровое дифференцирование измеряемых сигналов с применением интегральных уравнений В. Вольтерра и его регуляризация**

В статье предложен и исследован новый оригинальный способ цифрового дифференцирования сигналов, предназначенный для использования в реальном масштабе времени. Способ основан на применении интегральных уравнений Вольтерра I рода. Приведены некоторые результаты экспериментальных исследований, иллюстрирующие его работоспособность и пригодность для использования в системах автоматического управления реального времени.

**Ключевые слова:** дифференцирование, интегральное уравнение, регуляризация, матрица.

**А. С. Молодцов, А. В. Косых**

**Анализ работы декартовой (cartesian), системы обратной связи в радиочастотных усилителях мощности**

В статье обсуждаются базовые принципы работы декартовой (картизианской) петли обратной связи. Рассмотрены основные проблемы, которые возникают при создании радиочастотных усилителей с декартовыми обратными связями. Осуществляется детальный анализ декартовой системы обратной связи, и показаны условия ее стабильной работы.

**Ключевые слова:** линеаризация, предыскажения, обратная связь, фазовое смещение.

**А. Ф. Плонский, Т. В. Плонская, А. Л. Боран-Кешишьян**  
**«Черные дыры» спутниковых систем**

В статье анализируется современное состояние спутниковых систем навигации и связи. Показано, что в последнее десятилетие эйфория, вызванная созданием в восьмидесятых годах XX века спутниковых навигационных и связных систем, повлекшая за собой неоправданно спешное уничтожение большинства аналогичных систем наземного базирования, сменилась возрастающей озабоченностью. В статье прогнозируется развитие ситуации. Выход из сложившегося тревожного положения, авторы видят в создании глобальной сети навигационных систем eLoran, которые по точности сопоставимы со спутниковыми системами.

**Ключевые слова:** спутниковая система, магнитная буря, уязвимость, глушение сигналов, спутниковый, eLoran.

## **ИЗДАТЕЛЬСКОЕ ДЕЛО. ПОЛИГРАФИЯ**

**С. Н. Литунов**

**О перемешивании краски в красочном ящике**

Рассматриваются варианты активаторов для перемешивания краски в красочном ящике печатной машины. Предложенные активаторы не требуют дополнительной внешней энергии, а работают от сил вязкого трения печатной краски. Приводятся результаты расчетов и экспериментов.

**Ключевые слова:** печатная машина, красочный ящик, вязкая краска, подача краски.

**И. А. Сысуев, А. А. Ивлева**

**Оптимизация процесса воспроизведения черно-белых фотографических изображений в оперативной полиграфии**

В статье рассмотрена возможность оптимизации тоновоспроизведения черно-белых фотографических изображений при получении печатных оттисков путем ризографии. Исследовано влияние режимов сканирования черно-белых фотографических изображений на воспроизведение градаций, установлены режимы градационной коррекции для оптимального тоновоспроизведения при печати на ризографе. Разработаны рекомендации для воспроизведения различных по градационному содержанию изображений.

**Ключевые слова:** ризография, тоновоспроизведение, черно-белые фотографические изображения, градационная коррекция.

**И. А. Сысуев, О. А. Тимошенко, Ю. С. Григорова**

**Определение оптимального контраста графического образа страницы печатных и электронных публикаций**

В статье рассматриваются вопросы, относящиеся к созданию привлекательного и удобочитаемого внешнего графического облика страницы печатных и электронных публикаций. Оценка графического образа страницы производится по одному из существенных параметров — контрасту, определяемому как разность насыщенности набора содержащихся на странице текстовых элементов. Приводятся методики оценки контраста. Установлены величины значений оптимального контраста для печатных и электронных публикаций.

**Ключевые слова:** графический образ страницы, печатные и электронные публикации, контраст, насыщенность текстового набора, методика оценки контраста.

**О. А. Тимошенко, Н. А. Мультановская**

**Разработка композиционных материалов на основе полиамида и эластомеров для деталей печатных машин**

В работе исследована возможность разработки композитов на основе полиамида и каучуков различных марок с применением методов квантовой химии. Приведены прочностные свойства композитов. Показана возможность применения их в качестве деталей печатных машин.

**Ключевые слова:** печатная машина, втулки, композиты, квантовая химия, прочность.

**Н. А. Мультановская**

**Применение динамических термоэластопластов в качестве материала деталей флексографской печатной машины KDO 508 Seeltec 2-8 модель 6с 100**

В работе изучена возможность применения динамических термоэластопластов на основе полиамида и каучуков различной природы для изготовления втулок прижимных валов флексографской печатной машины KDO 508 SEELTEC 2-8 МОДЕЛЬ 6С 100.

**Ключевые слова:** флексография, печатная машина, втулки, динамические термоэластопласти, долговечность.