

**Содержание журнала  
«Интеллектуальные системы в производстве» № 1 (17) 2011**

**МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА**

УДК 004.891

*В. А. Алексеев*, доктор технических наук, профессор, ученый секретарь, Ижевский государственный технический университет (*V. A. Alekseev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University*)

*Р. И. Янников*, аспирант, Ижевский государственный технический университет (*R. I. Yannikov, Postgraduate Student, Izhevsk State Technical University*)

*Н. С. Решетникова*, студентка, Ижевский государственный технический университет (*N. S. Reshetnikova, Student, Izhevsk State Technical University*)

**Оценка экономической эффективности проектов совместного осуществления с учетом погрешности входных данных (Estimation of Economic Efficiency of Joint Implementation Projects Taking into Account the Input Data Error) – С. 5–12.**

*Рассматривается специализированная система оценки экономической эффективности проектов в рамках Киотского протокола. Приведены критерии оценки экономической эффективности. Выведены формулы расчета погрешности показателей эффективности проектов. Рассмотрены варианты сравнения проектов в случае пересечения полученных интервалов возможных значений критериев*

*The specialized system of a cost-performance estimation of Kyoto projects is considered. Criteria of economic efficiency estimation are given. Formulas for the efficiency indicators error calculation are deduced. Variants of projects comparison in case of crossing of the received intervals of criteria possible values are considered*

**Ключевые слова:** Киотский протокол, проекты совместного осуществления, экономическая эффективность, критерии, погрешность

**Keywords:** the Kyoto Protocol, joint implementation project, economic efficiency, criteria, error

УДК 519.635

*Е. В. Ветчанин*, аспирант, кафедра «Высшая математика», Ижевский государственный технический университет (*E. V. Vetchanin, Postgraduate, Izhevsk State Technical University*)

*В. А. Тененёв*, доктор физико-математических наук, профессор, кафедра «Высшая математика», Ижевский государственный технический университет (*V. A. Tenenev, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University*)

**Расчет внутренних течений в широком диапазоне чисел Маха (Simulation of internal flows over a wide range of Mach number) – С. 12–18.**

*Рассмотрены численные методы решения уравнений газодинамики в широком диапазоне чисел Маха. На основе решения квазиодномерной задачи проведен сравнительный анализ двух групп методов: предобусловливания численной схемы и метод коррекции поля давления. Получены результаты расчета осесимметричных течений в областях сложной формы с использованием метода предобусловливания.*

*Numerical methods for gas dynamics equation solving over a wide range of Mach number are discussed. Comparative analysis of two groups of methods such as preconditioning and pressure-correction method for simulation of quasi-one-dimensional flow is made. Results of axially symmetric flows simulation in complex domains with use of preconditioning are obtained.*

**Ключевые слова:** предобусловливание, метод конечных объемов, схема расщепления вектора потока, метод коррекции давления, газодинамика

**Keywords:** preconditioning, finite volume method, flux-splitting scheme, pressure-correction method, gas dynamics

УДК 51-74+624.04+519.673

*М. Л. Иванов*, аспирант, Ижевский государственный технический университет (*M. L. Ivanov, Postgraduate Student, Izhevsk State Technical University*)

**Модель разрушения упругохрупкого материала при сложном напряженном состоянии (Model of Elastic-Brittle Fracture of Material in Complex Stress State) – С. 19–24.**

*Рассмотрена математическая модель разрушения упругохрупкого материала при сложном напряженном состоянии, необходимая для эффективного прочностного анализа пространственной системы строительного сооружения.*

*The mathematical model of destruction of an elastic-fragile material in a complex stress state is considered. The model is intended for effective load-carrying analysis of a building construction spatial system.*

**Ключевые слова:** строительные сооружения, разрушение упругохрупких материалов

**Keywords:** building construction, destruction of elastic-brittle material

УДК 51-74+624.04+519.673

*М. Л. Иванов*, аспирант, Ижевский государственный технический университет (*M. L. Ivanov*, Postgraduate Student, Izhevsk State Technical University)

*А. А. Дыбрин*, начальник департамента управления инвестиций и строительства, ОАО «Газпром» (Москва) (*A. A. Dybrin*, Head of the Investment and Construction Department of JSC Gazprom)

**Разработка и численная реализация математической модели пространственной системы «здание – фундамент – основание» (Development and Numerical Implementation of Mathematical Model of “Building-Foundation-Ground” Spatial System) – С. 24–35.**

*Рассмотрена базовая математическая модель для прочностного анализа пространственной системы «здание – фундамент – основание». Для численной реализации математической модели применен алгоритм, основанный на методе конечных элементов.*

*The basic mathematical model for the strength analysis of the “building-foundation-base” spatial system is considered. The algorithm based on of finite element method is applied to the numerical realization of the model.*

**Ключевые слова:** система «здание – фундамент – основание», моделирование

**Keywords:** “building-foundation-ground” system, model

УДК 519.863

*Е. И. Попова*, студентка, Ижевский государственный технический университет (*E. I. Popova*, Student, Izhevsk State Technical University)

**Идентификация модели полирегиональной экономики (Identification Model of Polyregional Economics) – С. 35–42.**

*Рассмотрена модель государственного управления полирегиональной экономикой на основе теории активных систем. По статистическим данным проведена идентификация коэффициентов модели. Рассмотрены вопросы устойчивости полученных коэффициентов.*

*A model of polyregional economics state management, based on the theory of active systems is considered. The model is identified according to the statistics data. Stability of received coefficients is considered.*

**Ключевые слова:** модель, активная система, идентификация

**Keywords:** model, active system, identification

УДК 532.5.011

*В. А. Тененёв*, доктор физико-математических наук, профессор, кафедра «Высшая математика», Ижевский государственный технический университет (*V. A. Tenenev*, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University)

*А. А. Калинин*, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Мехатронные системы», Ижевский государственный технический университет (*A. A. Kalinkin*, Candidate of Technical Sciences, Izhevsk State Technical University)

*Ю. В. Турыгин*, доктор технических наук, профессор, начальник управления магистратуры, аспирантуры и докторантуры; профессор кафедры «Мехатронные системы», Ижевский государственный университет (*Yu. V. Turugin*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University)

**Гидродинамическое моделирование взаимодействия высоконапорной свободной жидкостной струи с промываемым пористым материалом (Hydrodynamic Modelling of Interaction of High-Pressure Free-Discharging Fluid Jet with Porous Material during Flushing) – С. 42–54.**

*Представлена математическая модель натекания жидкой струи на пористую преграду. Численное исследование выявило зависимость структуры течения от характеристик истечения и свойств пористой среды. Результаты могут быть использованы для организации промывочного процесса пористых материалов.*

*The model of interaction of fluid jet with porous material is presented. The numerical investigation of the process revealed the flow structure dependence on its characteristics and properties of the porous material. The results may be used in the flushing process of porous materials.*

**Ключевые слова:** течение струи, пористый материал, математическая модель

**Keywords:** jet flow, porous material, mathematical model

УДК 519.21

*Т. Ю. Федоров*, аспирант, Удмуртский государственный университет (*T. Yu. Fedorov*, Postgraduate Student, Udmurt State University)

**Применение модели геометрического случайного блуждания в случайной среде к описанию финансовых временных рядов (Application of geometric random walk in random environment model to the description of financial time series) – С. 54–67.**

*Рассмотрены асимптотические свойства случайного процесса, названного геометрическим случайным блужданием в случайной среде, выписаны плотность и преобразование Лапласа его предельного распределе-*

ния. Показано, что предельное распределение построенного случайного процесса точнее описывает эмпирические распределения доходностей на фондовом рынке, чем нормальное распределение.

*The asymptotical properties of the stochastic process called geometrical random walk in a random environment are considered. The density and Laplace transform of its limit distribution are found. It is shown that the limit distribution of the constructed random process describes empirical distributions of returns on a stock market more accurately in comparison with the normal distribution.*

**Ключевые слова:** геометрическое случайное блуждание в случайной среде, предельное распределение, финансовый временной ряд, логарифмические доходности

**Keywords:** geometric random walk in random environment, limit distribution, financial time series, logarithmic returns

УДК 004.023:519.834

*A. С. Шаура*, аспирант, Ижевский государственный технический университет (*A. S. Shaura*, Postgraduate Student, Izhevsk State Technical University)

**Применение генетических алгоритмов для решения игровых задач с коалиционной структурой (Use of Genetic Algorithms to Solve Game Problems with Coalition Structure) – С. 68–74.**

*Рассмотрена возможность применения аппарата эволюционных вычислений к решению задач с коалиционной структурой. Предложены алгоритм решения таких задач, а также способ нахождения «справедливого» дележа среди участников коалиций, основанный на распределении выигрыша игроков пропорционально их полезному вкладу в общий выигрыш коалиции. Работа алгоритма продемонстрирована на примере поиска оптимальной структуры и распределения выигрыша между игроками.*

*The possibility of using evolutionary computing to solve games theory problems with coalition structure is considered. The algorithm for solving such problems is proposed as well as a way to find a "fair" division among the members of the coalition, based on the distribution of the players reward in proportion to their useful deposition to the overall coalitions reward. The algorithm is demonstrated by the example of finding the optimal structure and the distribution of reward between players.*

**Ключевые слова:** коалиционные игры, генетический алгоритм, дележ, оптимальная структура

**Keywords:** alliance games, genetic algorithm, division, optimal structure

УДК 004.891

*Р. И. Янников*, аспирант, Ижевский государственный технический университет (*R. I. Yannikov*, Postgraduate Student, Izhevsk State Technical University)

*Н. С. Решетникова*, студентка, Ижевский государственный технический университет (*N. S. Reshetnikova*, Student, Izhevsk State Technical University)

**Исследование чувствительности показателей эффективности проектов в рамках Киотского протокола (Study of Sensitivity of Indicators of Project Economic Efficiency within the Scope of the Kyoto Protocol) – С. 74–81.**

*Рассматривается специализированная система оценки экономической эффективности проектов в рамках Киотского протокола. Приведены показатели оценки экономической эффективности. Исследована чувствительность показателей эффективности проектов в рамках Киотского протокола.*

*The specialized system of a cost-performance estimation of Kyoto projects is considered. Indicators of an estimation of economic efficiency are presented. The sensitivity of project efficiency indicators within the scope of the Kyoto Protocol is investigated.*

**Ключевые слова:** Киотский протокол, проекты совместного осуществления, экономическая эффективность, показатели, погрешность, чувствительность

**Keywords:** the Kyoto Protocol, joint implementation projects, economic efficiency, indicators, error, sensitivity

## МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 629.113

*У. Ш. Вахидов*, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Строительные и дорожные машины», Нижегородский государственный технический университет им. П. Е. Алексеева (*U. Sh. Vakhidov*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Nizhny Novgorod State Technical University after R. E. Alekseev)

*В. С. Макаров*, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, НИИ транспортных машин и транспортно-технологических комплексов, Нижегородский государственный технический университет им. П. Е. Алексеева (*V. S. Makarov*, Candidate of Technical Sciences, Senior Research Scientist, Nizhny Novgorod State Technical University after R. E. Alekseev)

*В. В. Беляков*, доктор технических наук, профессор, кафедра «Автомобили и тракторы», Нижегородский государственный технический университет им. П. Е. Алексеева (*V. V. Belyakov*, Doctor of Technical Sciences, professor, professor of Automobiles and tractors department, Nizhny Novgorod State Technical University after R. E. Alekseev)

**Определение характеристик микропрофиля в поймах рек Северного Кавказа (Determination of Microprofile Characteristics of the North Caucasus Floodplains) – С. 82–88.**

*Рассматриваются условия движения транспортных средств по поймам рек в условиях Северного Кавказа. Приводятся особенности изменения геометрических и физико-механических свойств. Приведены данные о характерных диапазонах частот возмущающего воздействия и длины неровностей, полученные в результате обработки экспериментального материала в пойме реки Чож, а также статистические характеристики высот и длин неровностей поймы реки Валерик. Показаны графики нормированной корреляционной функции микропрофиля поверхности движения.*

*The article discusses the condition vehicle running on the North Caucasus floodplains. Peculiarities of geometric and physical and mechanical property changes are given. The characteristics of perturbing action frequency range and traffic route irregularity lengths, obtained by processing the experimental data in floodplain Chozh, as well as the statistical characteristics of heights and lengths of the irregularities in floodplain Valerik are presented. Graphs of the normalized correlation function of the traffic route surface microprofile are shown.*

**Ключевые слова:** математическое описание движения, микропрофиль

**Keywords:** mathematical description of movement, microprofile

УДК 658.011.56

*М. Ф. Гильфанов, аспирант, Воткинский филиал Ижевского государственного технического университета (M. F. Gilfanov, Postgraduate Student, Programmer Engineer, Votkinsk Branch of the Izhevsk State Technical University)*

**Модель представления рабочего места с использованием теории нечетких множеств (Model Representation of a Workplace Using Fuzzy Sets Theory) – С. 88–91.**

*Рассмотрено описание рабочего места производственной системы, а также представлена модель рабочего места с использованием теории нечетких множеств, показана ее роль в автоматизированной системе технологического аудита производственных систем машиностроения.*

*The description of a production system workplace, as well as a workplace model with use of the fuzzy set theory and its role in the automated system of technological audit of engineering production systems are considered.*

**Ключевые слова:** индустриальная система, рабочее место, технологическая ревизия

**Keywords:** industrial system, workplace, technology audit

УДК 629.7:681.324

*С. В. Жернаков, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационно-измерительная техника», Уфимский государственный авиационный технический университет (S. V. Zhernakov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ufa State Aviation Technical University)*

*Р. Ф. Равилов, аспирант, Уфимский государственный авиационный технический университет (R. F. Raviylov, Postgraduate Student, Ufa State Aviation Technical University)*

**Идентификация характеристик газотурбинного двигателя и его масляной системы на основе технологии нейронных сетей (Identification of Aviation Engine and its Oil System Parameters on the Basis of Neural Network Technology) – С. 91–104.**

*Предлагается один из подходов к решению задач идентификации параметров авиационных двигателей и его масляной системы на основе аппарата нейронных сетей. Предложена методика по разработке систем идентификации на основе нейронных сетей, которая может использоваться на этапах стендовых и доводочных испытаний авиационных двигателей.*

*The approach to identification of aviation engine parameters on the basis of neural networks is proposed. The method of system design for aviation engine parameters identification on the basis of neural networks that can be applied during bench testing and debugging is discussed.*

**Ключевые слова:** масляная система, авиационный газотурбинный двигатель, идентификация, нейронные сети

**Keywords:** oil system, aircraft gas turbine engine, identification, neural network

УДК 658.011.56

*К. И. Замятин, ведущий инженер-программист ИВЦ, Ижевский государственный технический университет, Воткинский филиал, Ижевского государственного технического университета (K. I. Zamyatin, Chief Engineer-Programmer, Votkinsk Branch of the Izhevsk State Technical University)*

*А. П. Кузнецов, кандидат технических наук, доцент, начальник управления кадров, Ижевский государственный технический университет (A. P. Kuznetsov, Doctor of Technical Sciences, professor, Chief of Human Resources Department, Izhevsk State Technical University)*

**Выбор и анализ факторов, влияющих на эффективность производственных систем машиностроения в условиях многономенклатурного производства (Selection and Analysis of Factors Influencing Machine-building Industrial Systems Efficiency Under Conditions of Multiproduct Manufacture) – С. 104–109.**

Осуществлен анализ и выбор факторов, влияющих на эффективность производственных систем машиностроения. В результате проведенных исследований выделен ряд факторов, определены их весовые коэффициенты и предложен критерий выбора рационального варианта производственной системы машиностроения.

*The article enlightens the problem of selection and analysis of factors influencing machine-building industrial systems efficiency under conditions of multiproduct manufacture. The research allows singling out a number of factors and determining their weighting coefficients. The research provides with a criterion of a machine-building industrial system rational variant choice.*

**Ключевые слова:** эффективность производственных систем, экспертное оценивание, анализ факторов

**Keywords:** industrial systems efficiency, expert judgment, factors analysis

УДК 519.81

*А. Д. Крутихин*, старший преподаватель, кафедра «Организация вычислительных процессов и систем управления», Ижевский государственный технический университет, Воткинский филиал (*A. D. Krutikhin*, Senior Lecturer, Votkinsk Branch of Izhevsk State Technical University)

*А. П. Кузнецов*, кандидат технических наук, доцент, начальник управления кадров, Ижевский государственный технический университет (*A. P. Kuznetsov*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Technical University)

**Исследование влияния организационно-технического уровня на долю межоперационных перерывов в общей длительности производственного цикла (Study of Influence of Organizational and Technical Level on Interoperation Breaks Part in Total Length of Production Lead Time) – С. 109–113.**

*Приводятся результаты исследования величины межоперационных перерывов, проведенного на ряде производственных систем, в результате которого было выявлено наличие зависимости длительности межоперационного перерыва от показателя организационно-технического уровня производственной системы.*

*The study of interoperation breaks, conducted at a number of production systems is considered. The dependence of the interoperation break duration on the index of organizational and technical level of production system was revealed.*

**Ключевые слова:** производственный цикл, организационно-технический уровень, межоперационный перерыв

**Keywords:** manufacturing cycle, organizational and technical level, interoperation break

УДК 658.011.56

*А. П. Кузнецов*, кандидат технических наук, доцент, начальник управления кадров, Ижевский государственный технический университет (*A. P. Kuznetsov*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Technical University)

**Оптимальное планирование загрузки оборудования с учетом неопределенности длительности работ (optimum planning of Equipment Loading with Regard to Indeterminacy of Work Duration) – С. 114–120.**

*Сформулирована математическая модель задачи оптимальной загрузки оборудования с учетом неопределенности продолжительности операций. Задача решается с применением генетического алгоритма.*

*The mathematical model of an optimum equipment loading with regard to indeterminacy of work duration is presented. The problem is solved with application of genetic algorithm.*

**Ключевые слова:** математическая модель, продолжительность операции, генетические алгоритм

**Keywords:** mathematical model, duration of operation, genetic algorithm

УДК 621.98

*Ю. О. Михайлов*, доктор технических наук, профессор, кафедра «Машины и технология обработки металлов давлением и сварочное производство», Ижевский государственный технический университет (*Yu. O. Mikhailov*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University)

*Д. Г. Дресвянников*, кандидат технических наук, заместитель директора технопарка «Ижробо», доцент, кафедра «Машины и технология обработки металлов давлением и сварочное производство», Ижевский государственный технический университет (*D. G. Dresvyannikov*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Technical University)

*С. Н. Князев*, магистрант, Ижевский государственный технический университет (*S. N. Knyazev*, Magstrand, Izhevsk State Technical University)

**Гидромеханическая вытяжка высоких конических деталей (Hydromechanical Drawing of High Conic Parts) – С. 121–125.**

*Описана технология штамповки высоких конических деталей с использованием гидромеханической вытяжки и совмещенного процесса раздачи – обжима – вытяжки.*

*Technology of hydromechanical drawing (expanding, swagging, drawing-out) of high conic parts from sheet billets is described.*

**Ключевые слова:** гидромеханическая вытяжка, глубокая вытяжка, штамповка, листовой металл, раздача, обжим

**Keywords:** hydromechanical drawing, deep drawing, sheet stamping, sheet billet, expanding, swagging

УДК 621.98

*Ю. О. Михайлов*, доктор технических наук, профессор, кафедра «Машины и технология обработки металлов давлением и сварочное производство», Ижевский государственный технический университет (*Yu. O. Mikhailov*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University)

*Д. Г. Дресвянников*, кандидат технических наук, заместитель директора технопарка «Ижробо», доцент, кафедра «Машины и технология обработки металлов давлением и сварочное производство», Ижевский государственный технический университет (*D. G. Dresvyannikov*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Technical University)

*С. Н. Князев*, магистрант, Ижевский государственный технический университет (*S. N. Knyazev*, Magstrand, Izhevsk State Technical University)

**Интенсификация процесса вытяжки из листовых заготовок с использованием жидкостной и эластичной сред (Intensification of Drawing Process of Sheet Billets with Use of Liquid and Elastic Medium) – С. 126–132.**

*Рассмотрены способы уменьшения разнотолщинности листовых деталей, получаемых глубокой вытяжкой.*

*Methods of decrease of variation in thickness of sheet articles produced by deep drawing are considered.*

**Ключевые слова:** гидромеханическая вытяжка, гидроэластичная вытяжка, глубокая вытяжка, утонение, листовая заготовка

**Keywords:** hydromechanical drawing, hydroelastic drawing, deep drawing, sheet stamping, sheet billet, metal thickness reduction

УДК 621.091

*Р. С. Музафаров*, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автомобили и металлообрабатывающее оборудование», Ижевский государственный технический университет (*R. S. Muzafarov*, Candidate of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University)

*А. Ф. Мкртчян*, старший преподаватель, кафедра «Автомобили и металлообрабатывающее оборудование», Ижевский государственный технический университет (*A. F. Mkrтчyan*, Senior Lecturer, Izhevsk State Technical University)

*М. О. Шкляева*, аспирант, учебный мастер 2-й категории, кафедра «Автомобили и металлообрабатывающее оборудование», Ижевский государственный технический университет (*M. O. Shklyayeva*, Postgraduate Student, Izhevsk State Technical University)

**Приспособление для точения деталей, изготовленных или облицованных упруго-вязкими материалами (Device for Turning Parts Made of or Coated with Viscoelastic Materials) – С. 132–135.**

*Описано приспособление для механической обработки деталей, изготовленных или облицованных упруго-вязкими материалами.*

*A device for machining of parts made of or coated with viscoelastic materials is described.*

**Ключевые слова:** качество, повышение эффективности, снижение теплового напряжения, обработка резины

**Keywords:** quality, efficiency, heat stress decrease, treatment of rubber

УДК 629.113

*Н. Г. Пенина*, магистрант; Ижевский государственный технический университет (*N. G. Penina*, Magstrand, Izhevsk State Technical University)

*Ю. В. Турыгин*, доктор технических наук, профессор, начальник управления магистратуры, аспирантуры и докторантуры; профессор кафедры «Мехатронные системы», Ижевский государственный университет (*Yu. V. Turugin*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University)

*Н. М. Филькин*, доктор технических наук, профессор, кафедра «Автомобили и металлообрабатывающее оборудование», Ижевский государственный технический университет (*N. M. Filkin*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University)

*В. Рачек*, доктор технических наук, профессор, факультет мехатроники, Университет Александра Дубчека, Тренчин, Словакия (*Vladimír Ráček*, Prof. Ing., DrSc., Alexander Dubček University of Trenčín, Slovakia (Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne))

**Моделирование работы гибридной силовой установки легкового автомобиля (Modelling of HEV Car) – С. 136–145.**

*Представлен обзор гибридных силовых установок (ГСУ) легковых автомобилей. Более подробно рассмотрена конструктивная параллельная схема для ГСУ, ее достоинства и недостатки. Также представлено схематическое изображение параллельной схемы и расшифровка ее основных частей. Представлена структурная схема управления ГСУ, прописаны ее составные части и их назначение. Представлена модель ГСУ в программном продукте MATLAB, приведено описание основных блоков модели, их назначение и параметры.*

*The paper presents a review of hybrid electric vehicles (HEV), its main advantages. The parallel type of HEV and its advantages and disadvantages are considered in more detail. A schematic of parallel HEV and describing of main*

parts is presented. A structural control schematic is shown and main parts and its purpose are described. A HEV model in MATLAB is shown. Main model blocks, its purpose and parameters are considered.

**Ключевые слова:** гибридная силовая установка, комбинированная силовая установка, гибридные автомобили

**Keywords:** hybrid electric vehicle (HEV), parallel electric vehicle (PEV), hybrids

УДК 629.113

*Н. М. Филькин*, доктор технических наук, профессор, кафедра «Автомобили и металлообрабатывающее оборудование», Ижевский государственный технический университет (*N. M. Filkin*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University)

*А. А. Скворцов*, магистрант, Ижевский государственный технический университет (*A. A. Skvortcov*, Magistrand, Izhevsk State Technical University)

**Разработка стенда для виброакустической диагностики дефектов ведущих мостов легковых автомобилей (The Development of a Tester for Vibroacoustic Diagnostics of Defects of a Car Driving Axle) – С. 145–150.**

*Представлена структурная схема стенда для диагностики ведущих мостов автомобилей, в основу которой положена виброакустическая оценка дефектов диагностируемых мостов. Сформулированы задачи, которые необходимо решать при создании средств диагностики, и описан принцип работы стенда.*

*The schematic diagram of a tester for vibroacoustic diagnostics of a car driving axle is presented. The research problems to be solved in the process of diagnostic aid creation are formulated, and the principle of the tester functioning is described.*

**Ключевые слова:** виброакустическая диагностика, ведущий мост, стенд

**Keywords:** vibroacoustic diagnostics, driving axle, diagnostic tester

УДК 621.783

*Р. Г. Хайбулин*, соискатель, Ижевский государственный технический университет (*R. G. Haibulin*, Applicant, Izhevsk State Technical University)

*Н. П. Кузнецов*, кандидат технических наук, доцент, начальник управления кадров, Ижевский государственный технический университет (*N. P. Kuznetsov*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University)

**К оптимизации процесса термического обезвреживания твердых отходов объекта по уничтожению химического оружия (On Optimization of Thermal Neutralization Process of A Firm Waste of Chemical Weapon Destruction) – С. 151–157.**

*Предложен способ снижения образования сажи при сжигании средств индивидуальной защиты (костюм Л-1М) в установке термического обезвреживания.*

*A way is offered how to decrease generation of soot when individual protective equipment Л-1М is burnt in a thermal detoxication facility.*

**Ключевые слова:** уничтожение химического оружия, твердые промышленные отходы, сажеобразование, полнота сгорания отходов

**Keywords:** destruction of chemical weapon, solid industrial wastes, generation of soot, completeness of waste combustion

УДК 629.76.03

*А. В. Хмелева*, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Ракетостроение», Ижевский государственный технический университет, Воткинский филиал (*A. V. Khmeleva*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Votkinsk Branch of the Izhevsk State Technical University)

*Ф. А. Уразбахтин*, **Уразбахтин Федор Асхатович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Ракетостроение», Ижевский государственный технический университет, Воткинский филиал (*F. A. Urasbakhtin*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Votkinsk Branch of the Izhevsk State Technical University)

**Отказ как следствие развития критических ситуаций элементов ракетной техники (Failure of Rocketry Elements as a Consequence of Critical Situation Development) – С. 157–165.**

*Изложен комплексный подход для прогнозирования возможных критических ситуаций, приводящих к отказам, которые возникают при эксплуатации элементов ракетной техники.*

*The complex approach to possible critical situations forecast leading to failures arising at operation of rocket elements is stated.*

**Ключевые слова:** отказ, критические ситуации, математическая модель, диагностика

**Keywords:** failure, critical situation, mathematical model, diagnostics

УДК 621.924.24

*С. А. Шильяев*, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Автомобили и металлообрабатывающее оборудование», Ижевский государственный технический университет, член-корреспондент межрегиональной общественной организации «Академия проблем качества» (*S. A. Shilyaev*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Technical University)

**Анализ устойчивости и причин сбега шлифовальной ленты в зоне контакта шлифовальной ленты с поверхностью шкива (Stability Analysis and Reasons of Runout of a Grinding Belt in the Area of Its Contact With the Pulley Surface) – С. 166–171.**

*Рассмотрены условия достижения устойчивого положения абразивной ленты при обработке деталей, позволяющие управлять качеством поверхности, повышать режущую способность и стойкость абразивных лент.*

*The conditions providing stability of the abrasive belt while processing parts, control of the surface quality, increase of the cutting ability and endurance of the abrasive belts are considered.*

**Ключевые слова:** машиностроение, шлифование, абразивная лента, устойчивость, шкив

**Keywords:** mechanical engineering, grinding, abrasive belt, stability, pulley

## ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

УДК 539.213(045)+681.2.08(045)

*В. А. Алексеев*, доктор технических наук, профессор, ученый секретарь, Ижевский государственный технический университет (*V. A. Alekseev*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University)

*В. В. Бесогонов*, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт прикладной механики Уральского отделения РАН (*V. V. Besogonov*, Candidate of Technical Sciences, Senior Research Scientist, Institute of Applied Mechanics UB RAS)

*И. Н. Скворцова*, аспирант, Институт прикладной механики Уральского отделения РАН, Россия (*I. N. Skvortsova*, Postgraduate Student, Institute of Applied Mechanics UB RAS)

*Никола Або Исса*, кандидат технических наук, доцент, Дамасский университет, Сирия (*Nikola Abo Issa*, Candidate of Technical Sciences, Professor, Damascus University, Syria)

*Иссам Мусса*, кандидат технических наук, профессор, Дамасский университет, Сирия (*Issam Moussa*, PhD, Engineer, Professor, Damascus University, Syria)

**Исследование топологии поверхности ситалла методом полуконтактной атомно-силовой микроскопии (Glass Ceramics Surface Topology Investigation by the Atomic Force Microscopy in a Tapping Mode) – С. 172–177.**

*Представлены результаты исследования топологии поверхности ситалловой подложки СТ-50-1 после воздействия на нее СО<sub>2</sub>-лазерного излучения. Получены трехмерные изображения с помощью сканирующего зондового микроскопа Solver P47 Pro в режиме полуконтактной атомно-силовой микроскопии. Проведен анализ полученных изображений.*

*The results of the surface topology study of a glass ceramic СТ-50-1 substrate after the effect of CO<sub>2</sub>-laser radiation are presented. Three-dimensional images using a scanning probe microscope Solver P47 Pro in a tapping mode of the atomic-force microscopy are obtained. The analysis of the images obtained has been carried out.*

**Ключевые слова:** ситалл, сканирующая зондовая микроскопия, топология поверхности

**Keywords:** glass ceramics, scanning probe microscopy, surface topology

УДК 623.592

*С. Ф. Егоров*, кандидат технических наук, научный сотрудник, Институт прикладной механики Уральского отделения РАН (*S. F. Egorov*, Candidate of Technical Sciences, Research Engineer, Institute of Applied Mechanics, UB RAS, Izhevsk)

*В. С. Казаков*, кандидат технических наук, профессор, кафедра «Вычислительная техника», Ижевский государственный технический университет (*V. S. Kazakov*, Candidate of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University)

*В. В. Коробейников*, кандидат технических наук, научный сотрудник, Институт прикладной механики Уральского отделения РАН (*V. V. Korobeynikov*, Candidate of Technical Sciences, Research Engineer, Institute of Applied Mechanics, UB RAS, Izhevsk)

**Регистратор точки прицеливания на базе видекамеры (Aiming Mark Monitor on the Basis of a Video Camera) – С. 177–182.**

*Рассматривается возможность использования видекамеры для построения регистратора точки прицеливания электронного стрелкового тренажера. Формулируются требования к аппаратному обеспечению.*

*Possibility of use of a video camera for construction of the aiming mark monitor for electronic shooting training apparatus is considered. Requirements to hardware support are formulated.*



**Ключевые слова:** стрелковый тренажер, видеокамера, репер  
**Keywords:** shooting simulator, video camera, reference point

УДК 623.592

*С. Ф. Егоров*, кандидат технических наук, научный сотрудник, Институт прикладной механики Уральского отделения РАН (*S. F. Egorov*, Candidate of Technical Sciences, Research Engineer, Institute of Applied Mechanics, UB RAS, Izhevsk)

*В. С. Казаков*, кандидат технических наук, профессор, кафедра «Вычислительная техника», Ижевский государственный технический университет (*V. S. Kazakov*, Candidate of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University)

*В. В. Коробейников*, кандидат технических наук, научный сотрудник, Институт прикладной механики Уральского отделения РАН (*V. V. Korobeynikov*, Candidate of Technical Sciences, Research Engineer, Institute of Applied Mechanics, UB RAS, Izhevsk)

**Стрелковый тренажер на общедоступных компонентах (Shooting Simulator Based on Popular Components) – С. 182–185.**

*Предлагается структура стрелкового тренажера для средних общеобразовательных школ и ДОСААФ, сочетающего достаточную функциональность и минимальную стоимость.*

*A structure of a shooting training apparatus for secondary schools and Voluntary Society for Assistance to Army, Aviation, and Fleet (DOSAAF), combining sufficient functionality and minimum cost is offered.*

**Ключевые слова:** стрелковый тренажер, видеокамера, тюнер

**Keywords:** shooting simulator, video camera, tuner

УДК 623.593

*В. В. Коробейников*, кандидат технических наук, научный сотрудник, Институт прикладной механики Уральского отделения РАН (*V. V. Korobeynikov*, Candidate of Technical Sciences, Research Engineer, Institute of Applied Mechanics, UB RAS, Izhevsk)

*В. С. Казаков*, кандидат технических наук, профессор, кафедра «Вычислительная техника», Ижевский государственный технический университет (*V. S. Kazakov*, Candidate of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University)

**Выбор конструкции дозвуковой акустической мишени для физической модели информационно-измерительной системы (Design Selection of Subsonic Acoustic Target for Physical Model of Information and Measuring System) – С. 185–190.**

*Рассматривается конструкция мишени и обоснование размещения в ней датчиков для использования ее в информационно-измерительной системе, предназначенной для проведения научных исследований и использования в учебном процессе.*

*The target design and rationale of sensors location in it for use in information and measuring system intended for research and education use are considered.*

**Ключевые слова:** акустика, мишень, координата, датчик

**Keywords:** acoustics, target, coordinates, sensor

УДК 681.3.08

*В. А. Куликов*, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Вычислительная техника», Ижевский государственный технический университет (*V. A. Kulikov*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University)

*В. В. Сяктерева*, аспирант, Ижевский государственный технический университет (*V. V. Syaktereva*, Postgraduate Student, Izhevsk State Technical University)

*К. А. Никитин*, магистрант, Ижевский государственный технический университет (*K. A. Nikitin*, Magstrand, Izhevsk State Technical University)

**Экспериментальные исследования информационно-измерительной системы для измерения теплопроводности грунта (Experimental Study of Information and Measuring System for Ground Heat Conductivity Measurement) – С. 191–196.**

*Представлены результаты лабораторных испытаний информационно-измерительной системы, предназначенной для измерения теплопроводности грунта.*

*Results of laboratory tests of the information and measuring system designed for ground heat conductivity measurement are presented.*

**Ключевые слова:** информационно-измерительная система, теплопроводность грунта, линейный нагреватель, термопреобразователь сопротивления

**Keywords:** information and measuring system, ground heat conductivity, linear heater, resistance thermal converter

УДК 620.179

*В. В. Муравьев*, доктор технических наук, профессор, кафедра «Приборы и методы контроля качества», Ижевский государственный технический университет (*V. V. Muraviev*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University)

*В. А. Стрижак*, кандидат технических наук, доцент (*V. A. Strizhak*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Technical University)

*Е. Н. Балобанов*, аспирант, Ижевский государственный технический университет (*E. N. Balobanov*, Post-graduate Student, Izhevsk State Technical University)

**К расчету параметров системы намагничивания электромагнитно-акустического** 197–205.

*Представлены результаты сравнительного анализа параметров магнитных систем на базе постоянных магнитов на основе сплава NdFeB. Приведены результаты моделирования магнитных полей. Произведена экспериментальная проверка теоретических расчетов.*

*The comparative analysis results of magnetic systems parameters based on permanent NdFeB magnets are discussed. The research results of magnetic field are presented.*

**Ключевые слова:** магнитное поле, электромагнитно-акустический преобразователь, магнитная система, диаграмма направленности, магнитная индукция

**Keywords:** magnetic field, electromagnetic-acoustic transducers, magnetic system, direction diagram, magnetic induction

УДК 681.527.7

*Ю. Р. Никитин*, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Мехатронные системы», Ижевский государственный технический университет (*Y. R. Nikitin*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Technical University)

*И. В. Абрамов*, доктор технических наук, профессор, кафедра «Мехатронные системы», Ижевский государственный технический университет (*I. V. Abramov*, Doctor of Technical Science, Professor, Izhevsk State Technical University)

**Информационные процессы в устройствах диагностирования мехатронных систем (Information Processing in Diagnostic Devices of Mechatronic Systems) – С. 206–215.**

*Рассматриваются информационные процессы диагностирования, определяющие способ организации диагностирования, анализ диагностических параметров и принятие решения о техническом состоянии модулей, узлов и элементов мехатронных систем на базе методов искусственного интеллекта. Для определения интервала диагностирования предложен критерий, связывающий степень ответственности элемента мехатронной системы и скорость протекания в нем деградационных процессов. Разработаны схемы устройств диагностирования и алгоритм выбора устройств диагностирования.*

*The information processes defining the organization of diagnosis, diagnostic parameters analysis and decision-making on a technical state of modules, units and elements of mechatronic systems based on artificial intelligence methods are considered. Criteria to determine the diagnosis interval are developed. The criteria depend on the degree of mechatronic system element responsibility and the degradation process speed. The schemes of diagnostic devices and the algorithm of their choice are developed.*

**Ключевые слова:** мехатронные системы, информационные процессы, устройства диагностирования

**Keywords:** mechatronic systems, information processes, diagnostics devices

УДК 621.398+681.518.3

*А. Я. Раскин*, технический директор, ООО «Технотроникс», 614045, г. Пермь, ул. Куйбышева, 3 (*A. Ya. Raskin*, Engineering Manager of LLC Tehnotronics, Perm)

**Исследование инженерного комплекса водоснабжения для информационно-телекоммуникационной системы с помощью метода динамики средних (Research of the Engineering Complex of Water Supply for Information-Telecommunication System by Means of the Method of Dynamics of Averages) – С. 216–224.**

*Рассмотрена математическая модель системы инженерного комплекса водоснабжения для автоматизированной информационно-телекоммуникационной системы, основанная на методе динамики средних. На основе данной модели построена математическая модель, которая учитывает износ инженерного оборудования комплекса водоснабжения.*

*The mathematical model of an engineering complex of water supply for the automated information-telecommunication system, based on a method of dynamics of averages is considered. On the basis of the given model the mathematical model which considers deterioration of the engineering equipment of a water supply complex is constructed.*

**Ключевые слова:** информационно-телекоммуникационная система, телеметрия, сети водоснабжения

**Keywords:** information and telecommunication system, telemetry, water supply network

УДК 621.398+681.518.3

*А. Я. Раскин*, технический директор, ООО «Технотроникс», 614045, г. Пермь, ул. Куйбышева, 3  
(*A. Ya. Raskin*, Engineering Manager of LLC Tehnotronics, Perm)

**Стохастическая модель отказов и восстановления инженерных коммуникаций сетей водоснабжения для информационно-телекоммуникационной системы управления аварийными ситуациями (Stochastic Model of Failures and Recovery of Engineering Services of Water Supply Networks for an Information-Telecommunication Control System of Emergencies) – С. 225–231.**

*Рассмотрена стохастическая модель отказов и восстановления инженерного оборудования коммунальных тепловых сетей для автоматизированной информационно-телекоммуникационной системы, решающей задачу сбора данных о возникновении аварий в сетях теплоснабжения, их обработки и управления аварийными ситуациями.*

*The stochastic model of failures and recovery of the thermal networks engineering equipment for the automated information-telecommunication system solving a problem of data gathering about failures in heat supply networks, their processing and management of emergencies is considered.*

**Ключевые слова:** информационно-телекоммуникационная система, телеметрия, сети водоснабжения

**Keywords:** information-telecommunication system, telemetry, water networks

УДК 621.785.54

*Р. Р. Саубанов*, соискатель, старший преподаватель, кафедра «Высокоэнергетическая и пищевая инженерия», автомеханический факультет, Камская государственная инженерно-экономическая академия, г. Набережные Челны (*R. R. Saubanov*, Senior Lecturer, Kama State Academy of Engineering and Economics, Naberezhnye Chelny)

*Р. М. Алеев*, доктор технических наук, профессор, Камская государственная инженерно-экономическая академия, г. Набережные Челны (*R. M. Aleev*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kama State Academy of Engineering and Economics, Naberezhnye Chelny)

*В. В. Звездин*, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Высокоэнергетическая и пищевая инженерия» автомеханического факультета, Камская государственная инженерно-экономическая академия, г. Набережные Челны (*V. V. Zvezdin*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kama State Academy of Engineering and Economics, Naberezhnye Chelny)

*Р. М. Галиев*, кандидат технических наук, доцент, Камская государственная инженерно-экономическая академия, г. Набережные Челны (*R. M. Galiev*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kama State Academy of Engineering and Economics, Naberezhnye Chelny)

*Р. Р. Рахимов*, магистрант, Камская государственная инженерно-экономическая академия, г. Набережные Челны (*R. R. Rakhimov*, Magstrand, Kama State Academy of Engineering and Economics, Naberezhnye Chelny)

**Способ измерения информативного параметра на основе оптико-физических методов исследований (Method of Measurement the Informative Parameter on the Basis of Physical and Optical Methods of Research) – С. 231–237.**

*Представлен анализ результатов экспериментальных исследований взаимодействия плазмы с поверхностью металла, показана нестабильность показателей качества технологического процесса. Для их стабилизации необходимо исследовать спектральные характеристики излучения плазмы.*

*The article presents the analysis of the experimental research results of plasma interaction with a metal surface. The instability of the process quality is detected. For its stabilization, it is necessary to investigate spectral characteristics of the radiation of the plasma.*

**Ключевые слова:** плазменный технологический комплекс, термообработка, система автоматического управления, показатели качества, зона термического воздействия, технологический процесс, газовая среда

**Keywords:** plasma technological complex, heat treatment, automatic control system, quality indicators, zone of thermal influence, technological process, gas medium

УДК 621.391.037.3

*А. А. Симушин*, старший преподаватель, кафедра «Радиотехника», Ижевский государственный технический университет (*A. A. Simushin*, Senior Lecturer, Izhevsk State Technical University)

*А. Н. Копысов*, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Радиотехника», Ижевский государственный технический университет (*A. N. Kopysov*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Technical University)

*И. З. Климов*, доктор технических наук, профессор, кафедра «Радиотехника», Ижевский государственный технический университет (*I. Z. Klimov*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University)

**Разработка системы цикловой синхронизации для канала с группированием ошибок (The Development of Cycle Synchronization System for a Chanel with Burst Errors) – С. 237–243.**

*Рассмотрены вопросы построения систем цикловой синхронизации при использовании блочного перемежения. Выполнена оценка эффективности использования маркеров на основе M-последовательности.*

*A construction of cycle synchronization systems using block interleaving is considered. The efficiency estimation of markers on the basis of M-sequence is executed.*

**Ключевые слова:** цикловая синхронизация, кодирование, перемежение

**Keywords:** cycle synchronization, coding, interleaving

УДК 620.179.16

*В. А. Стрижак*, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Приборы и методы контроля качества», Ижевский государственный технический университет (*V. A. Strizhak*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Technical University)

*А. В. Пряхин*, заведующий лабораториями, кафедра «Приборы и методы контроля качества», Ижевский государственный технический университет (*A. V. Pryakhin*, Laboratories Chief, Izhevsk State Technical University)

*С. А. Обухов*, инженер, ООО «ЛДЦ МИБС – Ижевск» (*S. A. Obukhov*, Engineer, LLC «MDC MIBS – Izhevsk»)

*А. Б. Ефремов*, учебный мастер, кафедра «Приборы и методы контроля качества», Ижевский государственный технический университет (*A. B. Efremov*, Laboratory Master, Izhevsk State Technical University)

**Информационно-измерительная система возбуждения, приема, регистрации и обработки сигналов электромагнитно-акустических преобразователей (The information and measuring system for excitation, detection, registration and processing of signals from electromagnetic-acoustic transducers) – С. 243–250.**

*Сформулированы требования к универсальной информационно-измерительной системе, предназначенной для диагностики напряженно-деформированного и структурного состояния электропроводящих объектов электромагнитно-акустическим методом. Представлены структурная схема системы и основные ее блоки, обеспечивающие возбуждение, прием, регистрацию и обработку акустических сигналов в условиях случайных электромагнитных помех. Приводится описание специализированного программного обеспечения.*

*The requirements to universal information and measuring system, designed for diagnosis of stress strain and structural state of conductive objects by means of an electromagnetic acoustic method, are formulated. The system structural scheme and its main blocks, providing excitation, detection and processing of acoustic pulses with presence of stochastic electromagnetic interference, are described. The article contains description of the specialized software.*

**Ключевые слова:** электромагнитно-акустические преобразователи, скорость ультразвука, аппаратно-программное обеспечение

**Keywords:** electromagnetic-acoustic transducers, ultrasound velocity, software/hardware

УДК 621.383.93

*Ю. К. Шелковников*, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт прикладной механики Уральского отделения РАН (*Yu. K. Shelkovnikov*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Research Scientist, Institute of Applied Mechanics, Ural Branch of RAS, Izhevsk)

**Повышение стабильности и линейности координатной характеристики сканисторных информационно-измерительных систем (Improving the Stability and Linearity of a Coordinate Characteristic of Scanistor Information and Measuring Systems)– С. 251–255.**

*Рассмотрены вопросы повышения точности измерения геометрических параметров объектов сканисторными информационно-измерительными системами путем улучшения стабильности и линейности координатной характеристики. Описаны меры, позволяющие уменьшить ее температурный дрейф. Показано, что погрешность измерений от нелинейности координатной характеристики можно уменьшить коррекцией формы опрашивающего напряжения, введением поправок к результату измерений или уменьшением нелинейности сопротивления делительной шины технологическими методами.*

*The paper deals with issues of increasing the accuracy of the geometrical parameter measuring of objects with scanistor information and measuring system by improving stability and linearity of the coordinate characteristics. Measures to reduce its temperature drift are described. It is shown that the measurement error arising because of the coordinate characteristic nonlinearity can be reduced by correcting the form of a scanning voltage, introducing correction data to the measurements, or decreasing the nonlinearity of bleeder bar resistance using some technological methods.*

**Ключевые слова:** сканистор, информационно-измерительная система, координатная характеристика, точность измерений, табличный корректор координаты

**Keywords:** scanistor, informational and measuring system, coordinate characteristics, measuring accuracy, table corrector of coordinates

УДК 621.3.088.7

*Miroslav Kamenský*, PhD, Assistant Professor, Slovak University of Technology in Bratislava, Slovakia (*Мирослав Каменски*, кандидат технических наук, кафедра измерений Словацкого технического университета, Братислава, Словакия)

*Karol Kováč*, PhD, Associate Professor, Slovak University of Technology in Bratislava, Slovakia (*Карол Ковач*, кандидат технических наук, доцент, кафедра измерений Словацкого технического университета, Братислава, Словакия)

*Anton Krammer*, Assistant Professor, Slovak University of Technology in Bratislava, Slovakia (*Антон Краммер*, инженер, старший преподаватель, кафедра измерений Словацкого технического университета, Братислава, Словакия)

*Yury Nikitin*, Candidate of Technical Science, Assistant Professor, Izhevsk State Technical University, Russia (Ю. Р. Никитин, кандидат технических наук, доцент, кафедра «Мехатронные системы», Ижевский государственный технический университет)

**Usage of Additive Iterative Method for Correction of Adc Errors in Lsb Region (Использование аддитивного итерационного метода для коррекции ошибок в младшем значащем разряде аналого-цифрового преобразователя (АЦП)) – С. 256–263.**

*Additive iterative method (AIM) could be used for automatic correction of a measurement transducer error. The method is suitable for suppression of errors of analog-to-digital converters (ADC). But quantization error represents limitation for correction process if total measurement error less than 0.5 LSB of ADC is desired. For elimination of this restriction combination of AIM with non-subtractive dithering (ND) is proposed in this paper and the principle of combination of both techniques is described. Inverse element (IE) is fundamental part of a measurement channel with AIM. Analysis of IE design based on pulse width modulation signal is described for application with single-chip microcontroller. To achieve precise processing of signal from IE technique similar to deterministic dithering could be employed which enables faster IE response. For resolution improvement of measured signal processing in the initial step of correction ND with stochastic dither is suggested. From the dependency of root mean squared error on dither dispersion optimal dither dispersion is found.*

*Аддитивный итерационный метод (АИМ) может быть использован для автоматической коррекции ошибки измерительного преобразователя. Данный метод пригоден для уменьшения ошибок аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Но ошибка квантования имеет ограничения для процесса коррекции, если требуется суммарная ошибка измерения менее 0,5 значения младшего значащего разряда АЦП.*

*Предлагается сочетание АИМ с методом подмешивания псевдослучайного сигнала без его вычитания и описывается принцип сочетания обоих методов. Инверсный элемент является основной частью измерительного канала в АИМ. Описана разработка инверсного элемента на основе широтно-импульсной модуляции сигнала для применения с однокристалльным микроконтроллером. Для достижения высокой точности обработки сигнала от инверсного элемента используется метод, аналогичный методу детерминированного подмешивания псевдослучайного сигнала, который позволит быстрее получить отклик от инверсного элемента. Для улучшения разрешающей способности предложено обрабатывать измеряемый сигнал на начальном шаге коррекции данным методом со стохастическим подмешанным псевдослучайным сигналом. Найдена оптимальная дисперсия подмешанного псевдослучайного сигнала из зависимости средней квадратической ошибки от дисперсии подмешанного псевдослучайного сигнала.*

**Keywords:** ADC errors, iterative corrections, dithering

**Ключевые слова:** ошибки аналого-цифровых преобразователей, итерационная коррекция, подмешивание псевдослучайного сигнала

## НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 622.276+517.977.56

*К. А. Сидельников*, доцент, кафедра «Интеллектуальные информационные технологии в экономике», Ижевский государственный технический университет (*К. А. Sidelnikov*, Candidate of Technical Sciences, Izhevsk State Technical University)

*В. А. Санников*, старший научный сотрудник, кафедра «Интеллектуальные информационные технологии в экономике», Ижевский государственный технический университет (*V. A. Sannikov*, Senior Research Assistant, Izhevsk State Technical University)

**Оптимизация режимов работы нефтяных скважин с помощью генетического алгоритма при моделировании однофазной двумерной фильтрации слабосжимаемой жидкости (Oil Well Mode Optimization by Genetic Algorithm for Single-Phase Two-Dimensional Flow of Slightly-Compressible Fluid) – С. 264–284.**

*Сформулирована задача оптимизации режимов работы нефтяных скважин в случае однофазной двумерной фильтрации слабосжимаемой жидкости. Для ее решения рекомендовано использование генетического алгоритма. Приведены результаты по апробации предлагаемых подходов на примере месторождения, разрабатываемого в условиях, приближенных к реальным.*

*The problem of oil well mode optimization in case of single-phase two-dimensional flow of slightly-compressible fluid is defined. To solve the problem, a genetic algorithm is recommended. The results of the proposed approaches applied to a reservoir which is developed under near in-situ conditions are presented.*

**Ключевые слова:** однофазная фильтрация, слабосжимаемая жидкость, метод конечных разностей, моделирование пластовых систем, режим работы скважины, условная оптимизация, генетический алгоритм

**Keywords:** single-phase filtration, porous medium, slightly compressible fluid, finite difference method, reservoir simulation, oilwell mode, conditional optimization, genetic algorithm

УДК 691.333

*И. А. Пудов*, аспирант, Ижевский государственный технический университет (*I. A. Pudov*, Postgraduate Student, Izhevsk State Technical University)

*Г. И. Яковлев*, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Геотехника и строительные материалы», Ижевский государственный технический университет (*G. I. Yakovlev*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University)

*А. А. Лушникова*, магистрант, Ижевский государственный технический университет (*A. A. Lushnikova*, Magistrand, Izhevsk State Technical University)

*О. В. Изряднова*, магистрант, Ижевский государственный технический университет (*O. V. Izryadnova*, Magistrand, Izhevsk State Technical University)

**Гидродинамический способ диспергации многослойных углеродных нанотрубок при модификации минеральных вяжущих (Hydrodynamic Way of Dispergation of Multilayer Carbon Nanotubes at Modification of Mineral Binders) – С. 285–293.**

*Исследуются минеральные композиционные материалы плотной структуры на основе портландцемента и гипса, модифицированные углеродными нанодисперсными системами. В качестве модифицирующих добавок использовались углеродные нанотрубки Graphistrength™ корпорации Arkema, диспергированные в воде при помощи гидродинамической установки с применением поверхностно-активных веществ. Отмечается прирост прочности мелкозернистого бетона на изгиб в среднем на 45 %, на сжатие – 35 %, предел прочности на сжатие гипса – на 46 %. Повышение прочности связано с изменением морфологии кристаллогидратных новообразований, обеспечивающих формирование малодефектной структуры минеральной матрицы повышенной плотности по поверхности твердых фаз в составе композиционного материала.*

*The possibility of using carbon nanostructures to improve the cement and gypsum composition and improve its physical and mechanical properties was studied. Graphistrength™ nanotubes produced by Arkema corporation were used as modifying agents. The nanotubes were dispersed in water on a hydrodynamic installation with use of surface-active reagents. It was noted that the flexing strength of concrete increased by 45 %, compression strength – 35 %, ultimate compressive strength of gypsum - 46 %.*

**Ключевые слова:** многослойные углеродные нанотрубки, поверхностно-активные вещества, минеральные матрицы, морфология

**Keywords:** multilayer carbon nanotube, surfactant, mineral matrix, morphology

УДК 691.335

*С. В. Сычугов*, аспирант, Ижевский государственный технический университет, Россия (*S. V. Sychugov*, Postgraduate Student, Izhevsk State Technical University)

*И. А. Пудов*, аспирант, Ижевский государственный технический университет, Россия (*I. A. Pudov*, Postgraduate Student, Izhevsk State Technical University)

*Г. И. Яковлев*, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Геотехника и строительные материалы», Ижевский государственный технический университет (*G. I. Yakovlev*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University)

*М. Сабер*, ассистент, кафедра «Строительство», инженерный факультет, Египетско-российский университет, Каир, Египет (*Mohammed Saber*, Assistant, Egyptian Russian University (ERU), Cairo, Egypt)

**Применение нанодобавок техногенного происхождения в качестве модификаторов для ангидритовых композиций (Application of Nanoadditives of Technogenic Origin as Anhydrite Composite Modifiers) – С. 293–300.**

*Рассматривается разработка композиционного ангидритового вяжущего, модифицированного наноструктурными добавками техногенного происхождения. В качестве добавок использовались порошки гальванических шламов, содержащие частицы нанометровых размеров. Анализ химического состава и свойств порошков позволил сделать вывод о целесообразности их применения в качестве модификаторов гидратации и твердения для ангидритового вяжущего. Для повышения активности нанодисперсные порошки подвергались термической обработке при температурах 800 ÷ 1 000 °С. В ходе исследований было установлено положительное влияние нанодисперсного шлама на структурообразование и физико-механические характеристики ангидритовой матрицы. Определено оптимальное содержание нанодисперсного модификатора в составе композиционного ангидритового вяжущего.*

*This article is devoted to the development of composite anhydrite astringent, modified by nanoadditives of technogenic origin. The galvanic sludge powders which contained grains of nanometric size were used as additives. The analysis of chemical composition and properties of powders allowed making a conclusion that these powders can be applied as modifiers for hydration and anhydrite astringent solidification. Для повышения активности нанодисперсные порошки подвергались термической обработке при температурах 800 ÷ 1 000 °С. In order to boost the activity of nanopowders, they were exposed to thermal treatment at temperatures from 800 to 1000 °С. During research processes the positive influence of galvanic sludge nanopowders on physical and mechanical properties and on*

structurization of anhydrite composite was identified. As a result the optimal concentration of nanopowder modifiers in anhydrite composite astringent was determined.

**Ключевые слова:** композиционные ангидритовые вяжущие, модификация, нанодисперсные добавки, степень активности, гидратация

**Keywords:** composite anhydrite astringent, modifier, nanopowder additive, degree of activity, hydration

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 355/359+519.7

*Р. В. Арзуманян*, кандидат технических наук, советник министра иностранных дел, Нагорно-Карабахская Республика (*Hrachya Arzoumanian*, Ph. D., Senior Researcher)

**Сетевое противоборство как новая парадигма военного искусства XXI века (Networking Antagonism as a New Paradigm of Military Art of the XXI Century) – С. 301–311.**

*Приводятся факты, свидетельствующие о структурных изменениях среды безопасности XXI века, связанные с глубокими и всесторонними изменениями современного общества. Подобные изменения не могли не спровоцировать изменения и в военном деле. Ключевым аспектом подобных изменений является ориентация на повсеместное внедрение сетевых структур организации и управления механизмом обеспечения военной безопасности государства – сетевое противоборство (net-centric warfare) становится основой организации вооруженной борьбы в XXI веке. Рассмотрению особенностей этого нового явления в военном деле и посвящена настоящая работа.*

*The article presents evidence about the structural changes of the security environment of the XXI century, associated with deep and comprehensive changes in modern society. Such changes could not but provoke a change in military affairs. A key aspect of these changes is to focus on the widespread introduction of network structures of organization and management mechanism to ensure the military security of a state - the network confrontation (net-centric warfare) becomes the basis for organizing the armed struggle in the XXI century. The features of this new phenomenon in military affairs is considered.*

**Ключевые слова:** сетевое противоборство, информационная война, военное искусство, военная стратегия

**Keywords:** net-centric warfare, information warfare, military art, military strategy