

# Содержание журнала Интеллектуальные системы в производстве № 1, 2013 год

## МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

УДК 654.924.3:519.24:004.89

*A. A. Айзикович*, кандидат физико-математических наук, доцент; Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*A. V. Корякин*, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ТИПА НАРУШИТЕЛЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКИХ ПЕРИМЕТРОВЫХ ОХРАННЫХ СИСТЕМАХ – С. 5–8.**

*Приведены некоторые характеристики, необходимые для распознавания нарушителей с помощью сейсмоакустических охранных систем. Дано сравнение простого условного метода и метода, основанного на нейронных сетях.*

**Ключевые слова:** сейсмоакустические периметровые охранные системы, коэффициент эксцесса, нейронные сети

*A. A. Aizikovich*, PhD (Physics and Mathematics), Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*A. V. Koryakin*, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Methods of infringer recognition applied in seismoacoustic perimeter protection systems**

*Some characteristics necessary for recognition of infringers with the help of seismoacoustic protection systems are resulted. Comparison of a simple conditional method and a method based on neural networks is given.*

**Keywords:** seismoacoustic perimeter protection systems, factor of an excess, neural networks

УДК 519.95

*D. N. Бабин*, доктор физико-математических наук, доцент, профессор, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

*I. L. Мазуренко*, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

*A. B. Холоденко*, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

**АВТОМАТНЫЕ ЯЗЫКИ С ЧАСТОТНЫМ СВОЙСТВОМ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЯЗЫКОВ – С. 9–13.**

*Дается краткий обзор математических моделей естественных языков. Определены автоматные языки, имеющие предельные частотные свойства и сформулирован ряд теорем про них.*

**Ключевые слова:** конечный автомат, формальный язык, естественный язык

*D. N. Babin*, DSc (Physics and Mathematics), Professor, Lomonosov Moscow State University

*I. L. Mazurenko*, PhD (Physics and Mathematics), Senior Researcher, Lomonosov Moscow State University

*A. B. Kholodenko*, PhD (Physics and Mathematics), Senior Researcher, Lomonosov Moscow State University

**Automata languages with frequency properties of natural languages**

*The article gives a brief overview of mathematical models of natural languages. Automata languages with limiting frequency properties are defined and a number of theorems about them are formulated.*

**Keywords:** finite automaton, formal language, natural language

УДК 536.421.1

*V. N. Диденко*, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*P. Z. Касимов*, старший преподаватель, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*D. N. Попов*, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ В КАПСУЛИРОВАННЫХ ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛАХ – С. 13–17.**

*Представлена методика расчета процессов изменения фазового состояния теплоаккумулирующих материалов (ТАМ) внутри капсул различных форм с твердой теплопроводной оболочкой. В основе методики лежит предложенная авторами форма уравнения теплопроводности для одномерного нестационарного температурного поля с внутренними источниками теплоты. В качестве ТАМ рассматривался парафин – *n*-октадекан. Приведены профили температур при плавлении капсулы сферической формы в различные моменты времени от начала нагрева, профили температур в течение времени плавления, профили движения фронта фазового перехода при различных значениях коэффициента теплоотдачи.*

**Ключевые слова:** численное моделирование, фазовые переходы, теплоаккумулирующие материалы

*V. N. Didenko*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*P. S. Kasimov*, Senior Lecturer, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*D. N. Popov*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**The phase transitions modeling in encapsulated thermal storage materials**

*This article describes the method of designing the phase change processes of heat storage materials in capsules of different forms with a solid heat-conducting shell. The basis of the method is heat conductivity equation that is applied for one-dimensional nonstation-*

ary temperature area with internal heat sources. This equation is written for a fixed grid of the phase transition zones allocation and is proposed by the authors. Paraffin-n-octadecane was considered as heat storage material. The profiles of temperature during melting of a spherical capsule at different times, the profiles of the phase transition front at different values of heat transfer coefficient are shown.

**Keywords:** numerical modeling, phase transitions, thermal storage materials

УДК 622.691

*A. A. Dybrin*, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ДВУХФАЗНОЙ СМЕСИ В КРИВОЛИНЕЙНЫХ КАНАЛАХ ГАЗОПРОВОДА** – С. 18–23.

*Описано моделирование двухфазного течения газа в криволинейных каналах трубопроводов. Проведены численные расчеты движения и выпадения на стенки трубопровода частиц дисперсной фазы различного размера, оказывающих абразивное механическое воздействие на конструктивный элемент трубопровода в области изгибов.*

**Ключевые слова:** модель течения газа, криволинейные каналы трубопровода, дисперсные газовые частицы

*A. A. Dybrin*, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Simulation of two-phase mixture in curved channels of pipeline**

*The article describes the modeling of two-phase gas flow in curvilinear channels of pipelines. Numerical simulations are carried out for the motion and the pipeline wall deposition of dispersed particles of different sizes that have abrasive mechanical action on the pipeline structural element in bends.*

**Keywords:** model of gas flow, curved channels of pipeline, gas dispersed particles

УДК 620.9:662.6

*Л. Ф. Илалетдинов*, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЖИГАНИЯ ДРЕВЕСНОГО ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗА С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ FlowVision** – С. 23–28.

*Рассматривается расчет параметров горения и геометрии пламени при сжигании древесного генераторного газа в двухпроводной горелке типа «труба в трубе» для предварительного определения длины теплогенератора. Расчет производится с помощью лицензионного пакета прикладных программ FlowVision на основе модели несжимаемой жидкости и турбулентности. В результате численного моделирования получены поля скорости, горючего, температуры.*

**Ключевые слова:** генераторный газ, жаротрубный котел, фронт пламени, газовый факел

*L. F. Ilaletdinov*, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Parametric modeling of wood power gas combustion by software package FlowVision**

*The paper considers the calculation of combustion parameters and flame geometry when combusting wood power gas in a two-wire «pipe in pipe» burner in order to pre-determine the length of the heat generator. The calculation is made by the licensed software package Flow Vision based on the model of non-compressible fluid and turbulence. Numerical simulation allowed obtaining fields of velocity, fuel and temperature.*

**Keywords:** power gas, fire-tube boiler, flame front, gas flare

УДК 621.001.2

*О. В. Малина*, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*О. Ф. Валеев*, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**ПОДХОДЫ К МИНИМИЗАЦИИ РЕСУРСОВ ЭВМ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА ОБЪЕКТОВ, ПОСТРОЕННЫХ НА ДИСКРЕТНЫХ СТРУКТУРАХ** – С. 29–34.

*Реализация процессов структурного синтеза путем комбинаторного поиска сталкивается с проблемой проклятия размерности, что препятствует выполнению структурного синтеза на современных ЭВМ. Предлагаются способы минимизации вычислительной нагрузки и необходимой памяти при выполнении структурного синтеза, основанного на упорядочении признаков, описывающих класс объектов, при их перемножении.*

**Ключевые слова:** системы автоматизированного проектирования, структурный синтез, комбинаторный поиск

*O. V. Malina*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*O. F. Valeev*, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Approaches to minimizing computer resources necessary to implement the process of structural synthesis of objects consisting of discrete structures**

*Implementation of structural synthesis processes by combinatorial search faces the problem of dimensionality curse which prevents executing the structural synthesis by means of advanced personal computers. The paper proposes the methods of minimizing the computational load and consumed memory when performing the structural synthesis, the methods being based on feature ordering when multiplying.*

**Keywords:** computer-aided design, structural synthesis, combinatorial search

УДК 510.62

*Д. В. Пархоменко*, аспирант, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

**АВТОМАТНЫЕ Р-ЯЗЫКИ** – С. 34–40.

*Ранее автор ввел понятие р-языка, как множества слов, возникающих на выходе некоторого автомата не менее р раз. Было показано, что каждый такой язык регулярен, но оставался вопрос, проверяемо ли свойство произвольного регулярного языка.*

ка быть языком  $p$ -типа. Эта проблема решена в данной статье. Регулярные языки с частотными свойствами ранее рассматривались в работе [1].

**Ключевые слова:** спектральная функция конечных автоматов, мультимножества конечных автоматов, выходные языки конечных автоматов

*D. V. Parkhomenko*, Post-graduate, Lomonosov Moscow State University

#### **Spectral function of finite automata and related regular languages**

*In the article the concept of spectral automaton function is introduced and some of its properties are considered. The language generation property of this spectral function is studied. Properties of sets with multiplicity appearing at finite automaton output are investigated. All these sets are regular, "continuable" and they form a system of classes of regular languages, which are nested in each other.*

**Keywords:** spectral function of finite automata, output multisets of finite automata, output languages of finite automata

УДК 621.391

*O. B. Пономарева*, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*A. B. Пономарев*, кандидат экономических наук, руководитель аппарата, Центральная избирательная комиссия Удмуртской Республики

*B. A. Пономарев*, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

#### **ОБОБЩЕНИЕ АЛГОРИТМА ГЕРЦЕЛЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ВЫЯВЛЕНИЯ СКРЫТЫХ ПЕРИОДИЧНОСТЕЙ – С. 41–46.**

*Рассмотрены основные методы обнаружения отдельных тональных компонент и алгоритмы их реализации. Проанализированы их достоинства и недостатки. Предложено обобщение алгоритма Герцеля. Предложенный алгоритм, в отличие от стандартного алгоритма Герцеля, позволяет проводить оценку спектра не на фиксированных частотах, а из набора частот, число которых варьируется параметром  $\theta: \{2\pi(k+\theta)/(s \cdot N)\}$ , где  $k=0, N/2-1$ ,  $0 \leq \theta < 1$ ,  $N$  – число отсчетов сигнала в блоке,  $s$  – число блоков. В отличие от стандартного алгоритма Герцеля, обобщенный алгоритм позволяет осуществить полный контроль за резонансной частотой фильтра.*

**Ключевые слова:** параметрическое дискретное преобразование Фурье, скользящее параметрическое дискретное преобразование Фурье, обнаружение, гармоническая компонента, алгоритм Герцеля, скрытые периодичности

*O. V. Ponomareva*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*A. V. Ponomarev*, PhD in Economics, Chief of Staff, Central Election Commission of Udmurt Republic

*V. A. Ponomarev*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

#### **Generalization of Goertzel algorithm for detection of hidden periodicities**

*The paper considers the basic methods for detection of tonal components and algorithms of their implementation. Their advantages and disadvantages are analyzed. Generalization of Goertzel algorithm is proposed. The proposed algorithm, unlike the standard Goertzel algorithm, allows evaluating the spectrum not at fixed frequencies but within a set of frequencies, the number of which varies with the parameter  $\theta: \{2\pi(k+\theta)/(s \cdot N)\}$ , where  $k=0, N/2-1$ ,  $0 \leq \theta < 1$ ,  $N$  is the number of signal samples in the block,  $S$  is the number of blocks. Unlike the standard Goertzel algorithm, the generalized algorithm allows performing a complete control of the resonant frequency of the filter.*

**Keywords:** parametric discrete Fourier transform, moving parametric discrete Fourier transform, discovery, harmonic component, frequency of Herzl, hidden periodicity

УДК 539.3+534.1

*B. П. Тарануха*, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*B. E. Лялин*, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

#### **РАСПОЗНАВАНИЕ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ СПЕКТРА СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ ОТНОСИТЕЛЬНО ЧАСТОТНОГО СПЕКТРА ВОЗБУЖДЕНИЯ В УСТРОЙСТВАХ ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ – С. 47–53.**

*Рассмотрены критерии и алгоритмы синтеза по частотным спектрам для консервативных и диссипативных систем, обеспечивающие синтез систем с большим числом степеней свободы, а также критерии, позволяющие учитывать случайный разброс параметров при условии их нормального распределения и известной корреляции.*

**Ключевые слова:** частотный спектр, собственные частоты, стримеры

*V. P. Taranukha*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*V. E. Lyalin*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

#### **Recognition of the mutual disposition of the spectrum of natural frequencies with respect to the excitation frequency spectrum of storage devices**

*The article deals with the criteria and algorithms for synthesis of the frequency spectrum for conservative and dissipative systems, providing a synthesis of systems with many degrees of freedom, as well as the criteria to take into account the random variation of parameters subject to their normal distribution and the known correlation.*

**Keywords:** frequency range, natural frequencies, streamers

УДК 622.24(045)

*B. A. Тенев*, доктор физико-математических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*Ю. Н. Шелковникова*, инженер, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПРОМЫВКИ СТВОЛА СКВАЖИНЫ ПРИ БУРЕНИИ – С. 53–55.

*Рассмотрено неизоотермическое осесимметричное течение бурового раствора в круглой трубе и кольцевом пространстве при турбулентном режиме с использованием вариационного подхода решения задачи. Получена зависимость перепада давления от реологических свойств буровых растворов при распределении температуры по глубине нефтескважины при промывке.*

**Ключевые слова:** скважина, буровой раствор, промывка, течение жидкости

*V. A. Tenenev*, DSc (Physics and Mathematics), Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*Yu. N. Shelkovnikova*, Engineer, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Non-isothermal mode of well trunk washing when boring**

*Non-isothermal axially symmetrical current of boring solution in a round pipe and ring space at a turbulent mode was considered by the variation approach of problem solution. The dependence of the pressure difference on rheological properties of boring solutions at temperature distribution within the oil well depth when washing was obtained.*

**Keywords:** well, boring solution, washing, liquid current

УДК 004.386.144:004.387; 519.6:001.891.57

*П. А. Ушаков*, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*А. В. Шадрин*, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АНАЛОГОВОГО ПРОЦЕССОРА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ДРОБНОГО ПОРЯДКА – С. 56–58.

*В настоящее время имеются предпосылки для создания гибридных ЭВМ, в которых может быть использован универсальный аналоговый процессор, позволяющий решать дифференциальные уравнения произвольного дробного порядка в режиме реального времени. Предложена вычислительная схема такого процессора, реализованная в виде схмотехнической модели в программе OrCAD. Результат решения дифференциального уравнения дробного порядка с помощью разработанной модели полностью совпал с результатом решения этого уравнения методом Грюнвальда – Летникова.*

**Ключевые слова:** гибридная вычислительная машина, дифференциальные уравнения дробного порядка, аналоговый процессор, интегратор дробного порядка, дифференциатор дробного порядка

*P. A. Ushakov*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*A. V. Shadrin*, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Circuit simulation of analogue processor for solution of fractional order differential equations**

*At present there are prerequisites to create hybrid computers in which the universal analogue processor can be used, allowing to solve differential equations of any fractional order in real-time mode. The computing circuit of such a processor implemented as a circuitry model in program OrCAD is offered. The result of solving the fractional order differential equation by means of the designed model completely coincided with the result of solving this equation by Grunwald - Letnikov method.*

**Keywords:** hybrid computer, fractional order differential equations, analogue processor, integrator of the fractional order, differentiator of the fractional order

*А. С. Шаура*, кандидат технических наук, ассистент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*Д. С. Кочурова*, инженер-программист, ОАО «Ижевский радиозавод»

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ТРАЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ РОБОТАМИ С ПОМОЩЬЮ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА – С. 58–65.

*С использованием средств .NET Framework 4.0 реализован параллельный генетический алгоритм, с помощью которого решена задача оптимального управления движением мобильных устройств в вязкой жидкости по заданной траектории. В качестве мобильных устройств рассмотрены системы, обладающие возможностью самопродвижения в вязкой жидкости за счет возвратно-поступательных колебаний внутренней массы. Проведено исследование эффективности разработанного алгоритма в зависимости от размерности задачи и количества ядер процессора.*

**Ключевые слова:** оптимальное управление движением, самопродвижение, генетический алгоритм, параллельные вычисления

*A. S. Shaura*, PhD in Engineering, Assistant, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*D. S. Kochurova*, Software engineer, Izhevsk Radio Plant JSC

**Solution of the problem of mobile robot trajectory control by means of parallel genetic algorithm**

*In the paper we represent the solution of optimal control of mobile robot moving along the assigned trajectory in viscous fluid by means of the parallel genetic algorithm. It is implemented by .NET Framework 4.0. Systems are considered as mobile devices with the possibility of self-propulsion in a viscous fluid due to back-and-forth oscillations of the internal mass. The effectiveness of the developed algorithm depending on the problem dimension and the number of processor cores is investigated.*

**Keywords:** optimal motion control, self-propulsion, genetic algorithm, parallel computations

## МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 629.7.085.2

*Г. С. Алеченков*, кандидат технических наук, инженер-конструктор, ООО «Ижмаш» – Беспилотные системы»

*А. Э. Пушкарев*, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*Л. А. Пушкарева*, кандидат педагогических наук, доцент, Камский институт гуманитарных и инженерных технологий, Ижевск

КЛАССИФИКАЦИЯ И СИНТЕЗ МЕХАНИЗМОВ СТАРТА БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ – С. 66–69.

Установлены классификационные признаки и создана классификация механизмов старта беспилотных летательных аппаратов. Предложены наиболее перспективные схемы механизмов старта. Произведена оценка различных типов двигателей механизмов старта. Установлено, что для аппаратов малой и средней массы в качестве двигателей наиболее рационально использовать упругие звенья.

**Ключевые слова:** классификация, синтез механизмов, беспилотный летательный аппарат

G. S. Alenchenkov, PhD in Engineering, Engineer, LLC «Izhmash - Unmanned Systems»

A. E. Pushkarev, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

L. A. Pushkareva, PhD in Education, Associate Professor, Kamsky Institute of Humanities and Engineering Technologies, Izhevsk

#### **Classification and synthesis of starting mechanisms of unmanned aerial vehicles**

*Classification signs are established and the classification of starting mechanisms of unmanned aerial vehicles is created. The most perspective schemes of starting mechanisms are offered. Assessment of various types of engines of starting mechanisms is made. It is established that it is most rational to apply elastic links as engines for vehicles of small and average weight.*

**Keywords:** classification, synthesis of mechanisms, unmanned aerial vehicle

УДК 621.833.1

V. I. Gольдфарб, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

C. A. Поскребышев, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

A. A. Ткачев, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

#### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЧНОСТНОГО РАСЧЕТА ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ ДИНАМИЧНОГО БЛОКИРУЮЩЕГО КОНТУРА – С. 69–73.**

*Одним из новых подходов к проектированию эвольвентных цилиндрических передач (ЭЦП) является концепция динамического блокирующего контура (ДБК). Изложен один из возможных путей расширения концепции ДБК. Показаны новые линии «инструменты», связанные с прочностными характеристиками передач, которые могут быть добавлены к набору линий, используемых в САПР ЭЦП «Контур», разработанной на основе данной концепции. Описаны некоторые новые возможности, которые приобретает САПР в связи с этим.*

**Ключевые слова:** цилиндрическая зубчатая передача, динамичный блокирующий контур, прочностной расчет

V. I. Goldfarb, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

S. A. Poskrebyshv, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

A. A. Tkachev, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

#### **Improvement of gear strength analysis on the base of dynamic blocking contour concept**

*The concept of a dynamic blocking contour (DBC) is one of the new approaches to spur and helical gear design. The article describes one method of further developing the DBC concept. Some new lines – “tools” are shown, related to strength gear characteristics, which can be added to the set of lines already used in the “Contour” CAD-system developed on the base of the concept. Some new possibilities of the CAD-system with new lines are also described.*

**Keywords:** spur and helical gear, dynamic blocking contour, strength calculation

УДК 629.1.02

A. R. Имангулов, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

H. M. Филькин, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

#### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ТРАНСМИССИИ ГИБРИДНОГО АВТОМОБИЛЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ КОМПОНОВОЧНОЙ СХЕМЫ – С. 73–75.**

*В настоящее время одним из основных способов решения экологических проблем, вызванных современным автомобилестроением, является разработка автомобилей с гибридными энергосиловыми установками. Рассмотрена математическая модель работы гибридного автомобиля параллельной компоновочной схемы с механической трансмиссией с упруго-демпфирующими звеньями.*

**Ключевые слова:** гибридный автомобиль, трансмиссия, упруго-демпфирующее звено, математическая модель

A. R. Imangulov, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

N. M. Filkin, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

#### **Mathematical modeling of the dynamics of parallel hybrid car transmission**

*At the present time one of the main methods of solving the environmental issues caused by modern automotive industry is the development of vehicles with hybrid energy-power plants. The mathematical model of operation of parallel hybrid car with mechanical transmission with elastic-damping links is examined in the article.*

**Keywords:** hybrid car, transmission, elastic-damping link, mathematical model

УДК 621.9.014

C. D. Кугультинов, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

A. S. Жильев, студент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

#### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФРЕЗЕРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ БЛАГОДАРЯ УПРАВЛЕНИЮ ВЕЛИЧИНОЙ СИЛЫ РЕЗАНИЯ – С. 75–78.**

*Приведены результаты экспериментальных исследований сил резания при фрезеровании крупногабаритных тонкостенных деталей сложной формы из алюминиевых сплавов.*

**Ключевые слова:** алюминиевые сплавы, режимы резания, силы резания, экспериментальные исследования, фрезерование

*S. D. Kugultinov*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*A. S. Zhilyaev*, Student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Improving the milling process of aluminum alloy complex parts by controlling the cutting force value**

*The paper presents the results of experimental research of cutting forces in milling of large-sized thin-walled complex parts made of aluminum alloys.*

**Keywords:** aluminum alloys, cutting modes, cutting forces, experimental research, milling

УДК 004.925.84

*Ю. О. Михайлов*, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*Д. Г. Дресвянников*, кандидат технических наук, директор технопарка «ИжРобо»

*С. Н. Князев*, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ТРУБЧАТЫХ ЗАГОТОВОК С ВНУТРЕННИМИ РИФЛЯМИ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ DEFORM – С. 78–80.**

*Рассмотрено моделирование процесса получения трубчатых заготовок с внутренними рифлями с помощью программной среды DEFORM. Результаты моделирования позволили убедиться в правильности выбора параметров технологического процесса на каждом из переходов.*

**Ключевые слова:** нарезки, редуцирование, трубчатые заготовки, пластическая деформация, штамповка, DEFORM

*Yu. O. Mikhailov*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*D. G. Dresvyannikov*, PhD in Engineering, Associate professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*S. N. Knyazev*, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Imitation of manufacturing of tubular parts with internal rifling grooves by DEFORM software**

*The article considers the imitation of manufacturing of tubular part with internal rifling grooves by DEFORM software. The results of imitation proved the correct choice of process parameters at each step.*

**Keywords:** rifling grooves, reduction, tubular parts, plastic deformation, forging, DEFORM

УДК 621.774.8

*Ю. О. Михайлов*, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*Д. Г. Дресвянников*, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*С. Н. Князев*, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ТРУБЧАТЫХ ЗАГОТОВОК С ВНУТРЕННИМИ НАРЕЗАМИ – С. 81–82.**

*Метод изготовления трубчатых заготовок с внутренними нарезками редуцированием является экономически выгодным и менее трудоемким по сравнению с существующими способами. Этот способ позволяет добиться коэффициента использования материала 0,95.*

**Ключевые слова:** нарезки, редуцирование, трубчатые заготовки, энергосбережение, штамповка

*Yu. O. Mikhailov*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*D. G. Dresvyannikov*, PhD in Engineering, Associate professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*S. N. Knyazev*, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Manufacturing of internal rifling grooves of tubular parts**

*A method of manufacturing of tubular parts with internal rifling grooves by reduction is proposed. The method is labor-saving and cost-saving. The method allows obtaining the material operating ratio as high as 0.95.*

**Keywords:** rifling grooves, reduction, tubular parts, energy-saving technology, forging

УДК 621.88.07

*И. А. Печёнкин*, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*А. Г. Бажин*, старший преподаватель, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*Ю. В. Пузанов*, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СЛОЖНОСОПРЯЖЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ – С. 82–85.**

*Изложен метод формирования сопрягающихся поверхностей ответной детали сборочной единицы для снижения трудоемкости ее обработки по результатам измерения (контроля) заданной исходной детали.*

**Ключевые слова:** технология, облако точек, плоскость

*I. A. Pechenkin*, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*A. G. Bazhin*, Senior teacher, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*Yu. V. Puzanov*, PhD in Engineering, Associate professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Interpretation of measurements results when producing complex conjugated parts of the assembly unit**

*The paper describes the method of generating the conjugated surfaces of the mating part of the assembly unit to reduce the labor consumption of its machining according to results of the pre-assigned initial part measurement (control).*

**Keywords:** technology, point cloud, plane

УДК 621.73-52

*I. B. Pokras*, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*Э. Р. Ахмедзянов*, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**РАЗРАБОТКА ТРЕХМЕРНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ГОРЯЧЕШТАМПОВАННЫХ ПОКОВОК НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ** – С. 86–90.

*Предложена методика формирования трехмерных геометрических моделей поковок, получаемых горячей объемной штамповкой, на основе моделей чистовых деталей, реализованная применительно к САПР КОМПАС-3D. Методика основана на анализе и преобразовании эскизов формообразующих операций, таких как выдавливание и вращение. Данный подход позволяет снизить трудоемкость и сократить время проектирования моделей поковок.*

**Ключевые слова:** САПР, горячая объемная штамповка, трехмерная модель поковки, трехмерная модель детали, КОМПАС-3D

*I. B. Pokras*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*E. R. Akhmedzyanov*, PhD in Engineering, Associate professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Development of three-dimensional geometrical models of hot forgings on the basis of models of parts**

*The article proposes the technique of developing the three-dimensional geometrical models of hot forgings received by hot volume forging on the basis of models of parts implemented in CAD system KOMPAS-3D. The technique is based on the analysis and transformation of sketches of such generating operations as extrusion and rotation. This approach allows reducing complexity and time of forgings model designing.*

**Keywords:** CAD system, forging process, geometric model of forging, geometric model of part, KOMPAS-3D

УДК 621.73-52

*I. B. Pokras*, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*Э. Р. Ахмедзянов*, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*A. С. Житников*, соискатель, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова  
**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ВАЛЬЦОВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ПОЛОСЫ** – С. 91–97.

*Предложена методика проектирования технологии вальцовки с использованием метода эквивалентной полосы. Результаты позволяют рассчитать количество переходов с использованием аналитических формул метода эквивалентной полосы Ю. Б. Бахтинова и применимы в системах автоматизированного проектирования.*

**Ключевые слова:** горячая объемная штамповка, заготовительное производство, вальцовка, методика расчета размеров

*I. B. Pokras*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*E. R. Akhmedzyanov*, PhD in Engineering, Associate professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*A. S. Zhitnikov*, Applicant, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Improving the process of milling technology development by the equivalent strip method**

*The article offers the technique of milling technology development by the method of the equivalent strip. Results allow calculating the number of transitions by analytical formulas of the equivalent strip method by Yu. B. Bakhtinov. These results are applicable in systems of the computer-aided design.*

**Keywords:** forging process, blank production, milling, dimension calculation method

УДК 532.137.2

*I. B. Pokras*, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*Г. А. Чикуров*, докторант, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕНЬЮТОНОВСКИХ ЖИДКОСТЕЙ ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ ДАВЛЕНИЯХ И ТЕМПЕРАТУРАХ** – С. 97–100.

*Предложено устройство для экспериментального определения реологических характеристик неньютоновских жидкостей при переменных давлениях и температурах. Даны эскизы и описание конструкции устройства, его принципа действия. Приведены основные формулы для расчета реологических характеристик по получаемым с помощью устройства экспериментальным данным.*

**Ключевые слова:** неньютоновские жидкости, реология, реологические характеристики, вискозиметр, вязкость

*I. B. Pokras*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*G. A. Chikurov*, Doctor's degree applicant, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**The device for experimental determination of rheological characteristics of non-Newtonian liquids at varying pressures and temperatures**

*A device is proposed for experimental determination of rheological characteristics of non-Newtonian fluids at varying pressures and temperatures. Sketches and the description of the device layout and its operation principle are given. Basic formulas are presented for calculating the rheology according to experimental data obtained by means of the device.*

**Keywords:** non-Newtonian liquids, rheology, rheological characteristics, viscosimeter, viscosity

УДК 621.9.01

*A. I. Tananin*, кандидат технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

НАУЧНАЯ ШКОЛА КОНТАКТНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ МАТЕРИАЛОВ – С. 100–104.

*Изложены результаты исследований, выполненных учеными Ижевского механического и Волгоградского политехнического институтов. Представлены основные результаты работ по физике процесса резания материалов, контактными процессам, изнашиванию и разрушению режущих инструментов, улучшению обрабатываемости сталей и сплавов, оптимизации режима обработки.*

**Ключевые слова:** научная школа, контактные процессы, механика процесса, упрочнение и разупрочнение, оптимизация

*A. I. Tananin*, PhD in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Scientific school of contact processes when machining materials**

*The article describes the results of investigations carried out by scientists Izhevsk Mechanical Institute and Volgograd Polytechnic Institute. It presents the main results of works on physics of the material cutting process, contact processes, wearing and destruction of cutting tools, workability improvement for steels and alloys, and on optimization of the machining mode.*

**Keywords:** scientific school, contact processes, mechanics of the process, hardening and softening, optimization

УДК 621.833.389; 621.914.5

*E. S. Trubachev*, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*S. E. Loginov*, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ НАРЕЗАНИЯ ЗУБЬЕВ СПИРОИДНЫХ КОЛЕС ПЛОСКОЙ РЕЗЦОВОЙ ГОЛОВКОЙ – С. 105–108.

*Рассмотрены основные закономерности в модификации геометрии зубьев спироидных колес, нарезанных плоской резцовой головкой, в зависимости от изменения параметров формообразования. На основе полученных результатов даются рекомендации по выбору параметров и предлагается усовершенствование метода.*

**Ключевые слова:** спироидная передача, нарезание зубьев

*E. S. Trubachev*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*S. E. Loginov*, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Choosing the parameters of spiroid gearwheel tooth machining by a plane cutting head**

*The main relations in geometrical tooth modifications of spiroid gearwheels cut by a plane cutting head are considered with account of generating parameters. Recommendations on the choice of parameters and on further development of the tooth cutting method are given on the base of the research results.*

**Keywords:** spiroid gear, tooth cutting

УДК 621.923.01

*S. A. Shilyaev*, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РОТАЦИОННОМ ЛЕНТОЧНОМ ОХВАТЫВАЮЩЕМ ШЛИФОВАНИИ – С. 109–113.

*Представлена разработка математической модели тепловых процессов при ротационном ленточном охватывающем шлифовании бунтовой проволоки.*

**Ключевые слова:** машиностроение, шлифование, тепловые процессы, математическое моделирование

*S. A. Shilyaev*, PhD in Engineering, Associate professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Mathematical modeling of thermal processes in rotary belt grinding**

*The paper presents the development of the mathematical model of heat thermal processes in wire rotary belt grinding.*

**Keywords:** mechanical engineering, grinding, thermal processes, mathematic modeling

УДК 622.242

*L. V. Shishkina*, кандидат физико-математических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*S. A. Savinov*, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИЧИН ОТКАЗОВ ГЛУБИННЫХ ШТАНГОВЫХ НАСОСОВ – С. 113–115.

*Рассмотрены осложняющие факторы при работе глубинного насосного оборудования в нефтяной промышленности, а также влияния выявленных факторов на работу оборудования. Изучена статистика отказов в ОАО «Белкамнефть», были выявлены наиболее уязвимые составляющие глубинно-насосного оборудования. Предложены рекомендации по дальнейшему изучению применения различных покрытий для увеличения срока службы насосов.*

**Ключевые слова:** отказ штанговых насосов, осложняющие факторы, статистика отказов

*L. V. Shishkina*, PhD (Physics and Mathematics), Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*S. A. Savinov*, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Statistic research of reasons of sucker-rod pumps failures**

*The article considers complicating factors in operation of sucker-rod pumping equipment in oil industry and the influence of these revealed factors on the equipment operation. Failure statistics in "Belkamneft" JSC is studied, the most vulnerable components of the sucker-rod equipment are revealed. Recommendations on further study of applying various coatings are given to extend the pump lifetime.*

**Keywords:** failure of rod pumps, complicating factors, failure statistics



## ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

УДК 623.593

*V. A. Afanasyev*, старший преподаватель, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*V. S. Kazakov*, кандидат технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени

М. Т. Калашникова

*V. V. Korobeynikov*, кандидат технических наук, научный сотрудник, Институт механики Уральского отделения РАН (Ижевск)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОРОГА СРАБАТЫВАНИЯ В СВЕТОВОЙ МИШЕНИ – С. 116–119.

*Рассматриваются результаты экспериментальных исследований влияния порога срабатывания, на уровне которого определяются характеристики сигналов в мишени, на эффективность использования взвешенных времен при определении параметров меткости и кучности стрелкового оружия.*

**Ключевые слова:** мишень, координата, нутация, погрешность, порог

*V. A. Afanasyev*, Senior lecturer, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*V. S. Kazakov*, PhD in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*V. V. Korobeynikov*, PhD in Engineering, Senior research worker, Institute of Mechanics of the Ural branch of the RAS, Izhevsk

**Pilot study of influence of the operation threshold in the light target**

*The paper considers the results of pilot studies of the influence of operation threshold (to determine characteristics of signals in a target) on the efficiency applying weighed times when defining the parameters of accuracy and grouping of small arms.*

**Keywords:** target, coordinate, nutation, error, threshold

УДК 614.662.844

*A. B. Zhivotkov*, аспирант, ООО «Научно-производственная фирма „Норд“», Пермь

*V. B. Golubchikov*, кандидат технических наук, генеральный директор, ООО «Научно-производственная фирма „Норд“», Пермь

*M. M. Efimova*, кандидат технических наук, доцент, Чайковский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ ПРОЗРАЧНОСТИ АЭРОЗОЛЬНЫХ НАНОСИСТЕМ – С. 119–122.

*Предложена методика оценки параметров оптической прозрачности огнетушащего аэрозоля. Приведено описание разработанного испытательного стенда, методики проведения экспериментов и анализа полученных результатов.*

**Ключевые слова:** оптическая прозрачность, генератор, аэрозоль, наносистема, среда, твердая фракция

*A. V. Zhivotkov*, Post-graduate, “NORD” JSC, Perm

*V. B. Golubchikov*, PhD in Engineering, “NORD” JSC, Perm

*M. M. Efimova*, PhD in Engineering, Associate professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Determination of optical transparency of aerosol nanosystems**

*The method of evaluating the optical transparency parameters of fire extinguishing aerosol is offered. The paper also describes the developed testing stand, the technique of running the experiment and the analysis of obtained results.*

**Keywords:** optical transparency, generator, aerosol, nanosystem, medium, firm fraction

УДК 004.93, 004.85

*I. I. Islamgaliev*, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*A. V. Korobeynikov*, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*A. A. Gorbushin*, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА КЛАСТЕРИЗАЦИИ COBWEB ПРИ АНАЛИЗЕ ФОРМЫ ЦИКЛА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ – С. 122–127.

*Рассмотрены алгоритмы анализа формы цикла электрокардиограммы (ЭКГ) в части преобработки данных обучающей выборки базы ЭКГ, вычисления параметров сегментов и кластеризации сегментов. Предлагается использовать вейвлет Хаара для преобработки сигналов сегментов ЭКГ. В качестве параметров сегмента используются значения вейвлет-преобразования. В результате использования модифицированного для количественных данных алгоритма концептуальной кластеризации Cobweb удалось получить ограниченное число кластеров для сегментов цикла ЭКГ.*

**Ключевые слова:** форма кардиоцикла, алгоритм кластеризации Cobweb, вейвлет Хаара

*I. I. Islamgaliev*, Master’s degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*A. V. Korobeynikov*, PhD in Engineering, Associate professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*A. A. Gorbushin*, Master’s degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Use of Cobweb clustering algorithm in the electrocardiogram cycle form analysis**

*The article considers electrocardiogram (ECG) cycle form analysis algorithms in the part of ECG base training selection data pre-processing, segments parameters calculation and segments clustering. It is offered to use Haar wavelet for signals ECG segments pre-processing. Values of wavelet-transformation are used as segment parameters. Application of the conceptual clustering Cobweb algorithm modified for numerical data allowed obtaining the limited number of clusters for ECG cycle segments.*

**Keywords:** cardiocycle form, Cobweb clustering algorithm, Haar wavelet

УДК 623.593

*V. B. Korobeynikov*, кандидат технических наук, научный сотрудник, Институт механики Уральского отделения РАН, Ижевск  
*V. S. Kazakov*, кандидат технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени

М. Т. Калашникова

**АКУСТИЧЕСКАЯ МИШЕНЬ С ВЫНОСНЫМ ДАТЧИКОМ** – С. 127–129.

*Рассмотрена акустическая мишень, в которой для определения времени срабатывания датчиков применяется виртуальный цифровой осциллограф. Приведена математическая модель мишени.*

**Ключевые слова:** мишень, траектория, аппроксимация, координата

*V. S. Kazakov*, PhD in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*V. V. Korobeynikov*, PhD in Engineering, Senior research worker, Institute of Mechanics of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences, Izhevsk

**Acoustic target with portable sensor**

*The acoustic target is considered in which the virtual digital oscillograph is applied to determine the time of sensor operation. The mathematical model of the target is given.*

**Keywords:** target, trajectory, approximation, coordinate

*Лебедева Т. Н.*, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова; генеральный директор ООО «МЕТЭКПРОМ» (Ижевск)

**ОПТИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЩЕГО УГЛЕРОДА В УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ И НЕЛЕГИРОВАННОМ ЧУГУНЕ** – С. 130–131.

*Дано описание использования оптического датчика для определения содержания углерода в сталях и чугунах. Приведено описание конструкции датчика в соответствии с техническими требованиями.*

**Ключевые слова:** оптический датчик, анализ газа в металлах и сплавах, содержание углерода в сталях и чугунах

*T. N. Lebedeva*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Optical Sensors to Determine the Total Carbon in Carbon Steel and Unalloyed Cast Iron**

*This article discusses application of optical sensors to determine the carbon in steels and cast iron. The design of the sensor with account of technical requirements is described.*

**Keywords:** optical sensors, gas analyzer, carbon steel

УДК 004.93, 004.85

*A. S. Menlitdinov*, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*M. A. Barkov*, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*A. V. Korobeynikov*, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**АЛГОРИТМ АНАЛИЗА СЕРДЕЧНЫХ АРИТМИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО И СЕКВЕНЦИАЛЬНОГО АНАЛИЗА И АЛГОРИТМА КЛАСТЕРИЗАЦИИ COBWEB** – С. 131–136.

*Рассмотрены алгоритмы анализа сердечных аритмий начиная с разбиения сигнала электрокардиограммы (ЭКГ) на циклы и заканчивая формированием последовательности типов аритмий. Предлагается построение словаря аритмий на основе секвенциального анализа последовательности кода ритма сигнала ЭКГ, а затем на его основе предлагается использовать алгоритм лингвистического анализа для классификации типа аритмии. Предлагается использовать модификацию алгоритма концептуальной кластеризации Cobweb для сигналов QRS-комплексов ЭКГ. Приведен пример анализа фрагмента записи сигнала ЭКГ.*

**Ключевые слова:** сердечные аритмии, лингвистический анализ, алгоритм кластеризации Cobweb, секвенциальный анализ

*A. S. Menlitdinov*, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*M. A. Barkov*, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*A. V. Korobeynikov*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Algorithm of cardiac arrhythmias analysis using the linguistic and sequential analysis and COBWEB clustering algorithm**

*The paper considers cardiac arrhythmias analysis algorithms beginning from electrocardiogram (ECG) signal splitting into cycles up to generation of the sequence of arrhythmias types. It is proposed to create the arrhythmias dictionary basing on sequential analysis of ECG signal rhythm code sequence. After that it is offered to use the linguistic analysis algorithm for classification of arrhythmia type. It is proposed to apply the modification of Cobweb conceptual clustering algorithm for ECG signals QRS complexes. The example of the analysis of ECG signal record fragment is given.*

**Keywords:** cardiac arrhythmias, linguistic analysis, sequential analysis, Cobweb clustering algorithm

УДК 620.17:658.56

*V. V. Murav'ev*, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени

М. Т. Калашникова

**АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫХ СТЕНДОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ ТЕЛЕЖЕК ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ\*** – С. 136–143.

*Приводятся результаты десятилетней эксплуатации акустико-эмиссионных стенов для неразрушающего контроля литых деталей грузовых вагонов. Доказывается малоцикловый механизм развития трещин в боковых рамах нового изготовления при наличии концентраторов напряжений заданных размеров. Обосновывается эффективность использования стенов для выявления трещин на ранней стадии эксплуатации боковых рам в связи с большим количеством металлургических дефектов, не обнаруженных на заводах-изготовителях.*

**Ключевые слова:** акустическая эмиссия, усталость, изломы боковых рам грузовых вагонов, ресурс

V. V. Muravyev, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

#### **Analysis of operation of acoustic emission stands to control cast parts of trucks of railway freight cars**

*The paper presents the results of 10-year operation of acoustic emission stands for non-destructive control of cast parts of freight cars. The mechanism of crack development is proved to be low-cycle for newly manufactured solebars when stress concentrators with assigned dimensions are present. The efficiency of applying stands is grounded to detect cracks at the early stage of solebars operation due to the large number of metallurgic defects undetected at manufacturing plants.*

**Keywords:** acoustic emission, fatigue, breaks of freight cars solebars, lifetime

УДК 620.183+620.179.16

V. B. Муравьев, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

O. B. Муравьева, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

A. B. Байтеряков, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

A. И. Дедов, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ СТРУКТУРНЫХ ШУМОВ МЕТАЛЛА** \* – С. 143–148.

*Обоснована методика оценки акустических структурных шумов металла. Представлены экспериментальные результаты ее использования для определения размера зерен стали 45.*

**Ключевые слова:** акустические структурные шумы, структуроскопия, рассеяние ультразвуковых волн, размер зерна

V. V. Muravyev, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

O. V. Muravyeva, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

A. V. Bayteryakov, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

A. I. Dedov, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

#### **Method for determination of acoustic structural noise of metal**

*This paper represents the method to determine the grain size of steel grade 45 to become the mean amplitude of the acoustic structural noise. The measuring method and the algorithm of processing the signal received by the flaw detector are described. Coincidence of theoretical and experimental results is revealed.*

**Keywords:** acoustic structural noise, structure detection, dispersion of ultrasound waves, grain size

УДК 621.391:519.6

A. И. Нистюк, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ** – С. 149–152.

*Разрабатывается исследовательский программно-аппаратный комплекс, предназначенный для исследования характеристик оператора. Исследования проводились с устройствами управления и устройствами телекоммуникаций типа iPad. Разработанные алгоритмы и статистическая обработка данных позволили определить: зависимость обучаемости оператора от числа повторений; время работы с генерированной панелью управления; среднее время обнаружения компонента; доказать, что степень упорядоченности может служить критерием оптимальности компоновки.*

**Ключевые слова:** эксперимент, статистическая обработка, компьютер, iPad, сенсорный экран, человек-оператор, устройства управления, устройства телекоммуникаций

A. I. Nistyuk, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

#### **Hardware and software complex to investigate complicated telecommunication and control systems**

*The article considers the investigating hardware and software complex to study operator characteristics. Investigations were implemented for control devices and telecommunication devices like iPad. The developed algorithms and statistical processing of data allowed determining: the dependence of operator trainability on the number of repetitions; the time of operating with the generated control panel; and the average time of the component detection. They also allowed proving, that the order degree may serve as the criterion of the configuration optimality.*

**Keywords:** experiment, statistical processing, computer, iPad, touch screen, man-operator, control devices, telecommunication devices

УДК 621.43.016.4(031)

B. H. Сяктерев, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

I. A. Васильев, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИНДУКТИВНОГО КАНАЛА ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ТЕРМОМЕТРИРОВАНИЯ ПОРШНЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ** – С. 152–156.

*Предложена структура системы энергоснабжения промежуточного преобразователя, входящего в состав телеметрических систем термометрирования поршня двигателя внутреннего сгорания. Приведены результаты ее исследования.*

**Ключевые слова:** поршень двигателя внутреннего сгорания, система бесконтактного энергоснабжения, резонанс, индуктивный канал связи

V. N. Syakterev, PhD in Engineering, Associate professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

I. A. Vasilyev, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Research of electrical power system based on inductive communication channel of telemetry system for temperature measurement of piston in internal combustion engine**

*The structure of contactless electric power supply system of converter as a part of the telemetric system of internal combustion engines and the results of its research are presented in this article.*

**Keywords:** internal combustion engine piston, contactless electrical power system, resonance, inductive communication channel

УДК 539.3+534.1

*В. П. Тарануха*, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ДИСКОВОГО УСТРОЙСТВА ЗАПИСИ-ЧТЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ** – С. 156–160.

*Исследуется динамика основного механического узла устройства резервного копирования: динамическая система – магнитный диск – контактная магнитная головка – упругий держатель головки. Приводится методика идентификации оптимальных механических параметров системы по отношению к поперечным колебаниям диска методом наименьших квадратов.*

**Ключевые слова:** дисковое устройство, механические параметры, инфокоммуникационная система

*V. P. Taranukha*, PhD in Engineering, Associate professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Identification of parameters of disk write-read device of info-communication system**

*The dynamics of the main mechanical unit of the backup device is investigated: dynamic system – magnetic disk – contact magnetic head – elastic head holder. The method is presented for identifying optimal mechanical parameters of the system with respect to the transverse vibrations of the disk by least squares method.*

**Keywords:** disk device, mechanical properties, info-communication system

УДК 539.3+534.1

*В. П. Тарануха*, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*О. А. Бирюкова*, кандидат технических наук, ведущий инженер, Филиал в Удмуртской Республике ОАО «Ростелеком – Волга»  
**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАССЕЙЯНИЯ ЭНЕРГИИ В МАТЕРИАЛЕ ДИСКА УСТРОЙСТВА РЕЗЕРВНОГО КОПИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ** – С. 160–163.

*Исследовано изменение логарифмического декремента колебаний тонкой изотропной пластинки в зависимости от формы колебаний. Рассматривается пластинка с центральным отверстием, жестко заземленная по внутреннему контуру. Принята форма колебаний с узловыми диаметрами. Для определения логарифмического декремента конструкции применен метод средних напряжений. Построены графики изменения логарифмического декремента. Установлено, что демпфирующие свойства пластинки при повышении порядка формы колебаний снижаются.*

**Ключевые слова:** дисковое устройство, телекоммуникационные системы, рассеяние энергии

*V. P. Taranukha*, PhD in Engineering, Associate professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*О. А. Бирюкова*, PhD in Engineering, Leading engineer, "Rostelecom - Volga" OJSC, Branch in Udmurt Republic

**Mathematical model of energy dissipation inside the disk of backup device of telecommunication system**

*The variation of the logarithmic decrement of a thin isotropic plate is investigated depending on the mode of vibration. A plate with a central hole, rigidly clamped along the inner contour, is considered. The shape of oscillations with nodal diameters is accepted. In order to determine the logarithmic decrement of the design unit, the mean stress method is applied. Diagrams of logarithmic decrement variation are plotted. It is established that the damping properties of the plate are reduced by increasing the order of vibration modes.*

**Keywords:** disk device, telecommunication systems, energy dissipation

УДК 004.72; 004.083.4

*Д. Р. Шишов*, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*А. М. Сметанин*, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**АРХИТЕКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ПРОТОКОЛА И АЛГОРИТМ РЕЗЕРВНОГО КОПИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ** – С. 164–167.

*Предлагается модель протокола резервного копирования и восстановления информации типа клиент-сервер с использованием систем хранения информации на ленточных носителях. Рассмотрены конфигурации построения сетей хранения данных различной степени сложности для реализации предложенной модели. Также описаны интерфейсы, применяемые в модели, и алгоритмы протекания процессов резервирования и восстановления информации.*

**Ключевые слова:** резервное копирование информации, сеть хранения данных, алгоритм резервирования

*D. R. Shishov*, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*A. M. Smetanin*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Architectural model of protocol and algorithm of information backup**

*The paper proposes a model of protocol for backup and recovery of client-server systems with storage on tape. Configurations of network storage of varying degrees of complexity are considered to implement the proposed model. Interfaces used in the model and algorithms of backup and recovery processes are also considered.*

**Keywords:** backing up, network storage, backup algorithm

УДК 621.88.084

*А. В. Щенятский*, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*Е. С. Чухланцев*, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЛИКОНТАКТНОГО НЕРАВНОЖЕСТКОГО СОЕДИНЕНИЯ С НАТЯГОМ ЧИСЛЕННЫМИ МЕТОДАМИ – С. 167–170.

*Рассмотрены способы расчета нагрузочной способности поликонтактных неравножестких соединений с натягом (ПКНС) численными методами. Рассмотрены факторы влияющие на величину нагрузочной способности ПКНС. Получен график величины нагрузочной способности в зависимости от относительного положения деталей ПКНС.*

**Ключевые слова:** соединения с натягом, нагрузочная способность, поликонтактные неравножесткие соединения с натягом, напряженно-деформированное состояние

*A. V. Shchenyatsky, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University*

*E. S. Chukhlantsev, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University*

**Load capacity research for the multi-contact uneven stiffness press fit joint by numerical method**

*The paper discusses techniques for calculating the load capacity of multi-contact uneven stiffness press fit joints (MCUJ) by numerical methods. The factors influencing the load capacity of MCUJ are considered. The diagram is obtained for the value of load capacity depending on the relative position of MCUJ components.*

**Keywords:** press fit joints, load capacity, multi-contact uneven

## КОМПЬЮТЕРНАЯ ЛИНГВИСТИКА

УДК 800.879

*V. A. Baranov, доктор филологических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова*

*E. A. Zhdanova, кандидат филологических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова*

*D. B. Kozhevnikov, руководитель проектов, ООО HeadLine, Ижевск*

*A. A. Belykh, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова*

ЛИНГВОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СИСТЕМА «ДИАЛЕКТ»: ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ, НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, ДЕМОНСТРАЦИЯ ДАННЫХ – С. 171–175.

*Описание основных возможностей компьютерной системы, предназначенной для хранения, редактирования, обработки и демонстрации в Интернете диалектной лексики, собранной по программе собирания сведений к Лексическому атласу русских народных говоров. Основное внимание уделено описанию решений по включению в базу данных иных форм представления данных – сканированных копий страниц с экспедиционными записями текстов и аудио- и видеоматериалов – и по их интеграции с существующими картографическими и лексикографическими функциями системы.*

**Ключевые слова:** компьютерная лингвистика, автоматизированное картографирование и лексикографирование, диалектология, лингвистическая география

*V. A. Baranov, Doctor of Philology, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University*

*E. A. Zhdanova, PhD in Philology, Associate professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University*

*D. B. Kozhevnikov, Project leader, “HeadLine” Ltd, Izhevsk*

*A. A. Belykh, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University*

**Linguistic Geographical System “Dialect”: History of Creation, New Opportunities, Technological Decisions, Data Demonstration**

*The article is devoted to description of main opportunities of a computer system intended for keeping, editing, processing and Internet demonstration of dialect vocabulary, collected by the program of compilation of information to Lexical atlas of Russian national dialects. Special attention is paid to description of decisions for including other forms of data representation into the database – scanned copies of pages with expeditionary texts notes and audio- and video-materials, and for their integration into current cartographic and lexicographical functions of the system.*

**Keywords:** computational linguistics, linguistic automated mapping, electronic dictionaries, dialectology, areal linguistics

## ЭНЕРГЕТИКА

УДК 629.113

*A. M. Abgaryan, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова*

*N. M. Filkin, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ТЕПЛОВОЙ МАШИНЫ – С. 176–177.

*Рассмотрен один из методов совершенствования энергетических установок тепловых машин и обоснованы предполагаемые экономические, экологические и технические результаты при применении предложенного метода совершенствования. Приведена схема предлагаемой комбинированной энергетической установки.*

**Ключевые слова:** тепловая машина, комбинированная энергосиловая установка, паровой двигатель, экономичность, экологичность

*A. M. Abgaryan, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University*

*N. M. Filkin, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University*

**Modifying the thermal machine power plant**

*One of the methods for improving the thermal machine power plants is examined in the article and prospective economic, ecological and technical results are proved when the suggested method of improving is applied. The scheme of the prospective combined power plant is given.*

**Keywords:** thermal machine, combined power plant, steam engine, fuel efficiency, ecological cleanness

УДК 681.513.4

*И. А. Давыдов*, кандидат технических наук, доцент, Воткинский филиал Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова

*А. Н. Шельяков*, кандидат технических наук, доцент, Воткинский филиал Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОВЫХ ГОРЕЛОК ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ – С. 178–181.**

*Представлен анализ подходов к решению проблемы повышения эффективности работы газовых горелок. Предложен метод повышения эффективности процесса горения, основанный на экстремальном регулировании. Определены основные задачи исследования, необходимые для реализации данного метода.*

**Ключевые слова:** экстремальное управление, система автоматического регулирования, процесс горения, газовая горелка, эффективность регулирования, соотношение топливной смеси, оптимальные режимы горения

*A. M. Abgaryan*, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*N. M. Filkin*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Modifying the thermal machine power plant**

*One of the methods for improving the thermal machine power plants is examined in the article and prospective economic, ecological and technical results are proved when the suggested method of improving is applied. The scheme of the prospective combined power plant is given.*

**Keywords:** thermal machine, combined power plant, steam engine, fuel efficiency, ecological cleanness

УДК 662.76 (045)

*Е. М. Кашин*, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*В. Н. Диденко*, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**ГАЗОГЕНЕРАТОР ТВЕРДОГО ТОПЛИВА С ВРАЩАЮЩЕЙСЯ АКТИВНОЙ ЗОНОЙ – С. 181–184.**

*Обзор газогенератора с вращающейся активной зоной, применяемого для газификации твердого топлива. Анализируются недостатки современных классических газогенераторов. Проводятся экспериментальные исследования характеристик газогенератора.*

**Ключевые слова:** газовый генератор, твердое топливо

*E. M. Kashin*, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*V. N. Didenko*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Solid fuel gas generator with rotating core**

*The article provides an overview of the gas generator with a rotating reactor core used for the gasification of solid fuels. The shortcomings of modern classical gas generators are analyzed. Experimental investigations of gas generator characteristics are performed.*

**Keywords:** gas generator, solid fuel

## НАНОТЕХНОЛОГИИ

УДК 691.553.2

*Г. И. Яковлев*, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*И. С. Полянских (Маева)*, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*Ю. В. Токарев*, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*А. Ф. Гордина*, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАДИСПЕРСНОЙ ПЫЛИ И УГЛЕРОДНЫХ НАНОСИСТЕМ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ – С. 185–188.**

*Изучено влияние углеродных наноструктур химической компании «Аркема» и ультрадисперсной металлургической пыли на свойства и структуру гипсовой матрицы при помощи механических испытаний и микроструктурного анализа.*

**Ключевые слова:** гипсовое вяжущее, углеродные нанотрубки, центры кристаллизации, металлургическая пыль, микроструктура

*G. I. Yakovlev*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*I. S. Polyanskikh (Maeva)*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*Yu. V. Tokarev*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*A. F. Gordina*, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Evaluation of the influence of ultradisperse dust and carbon nanosystems on the structure and properties of gypsum binders**

*The influence of carbon nanostructures of the chemical company "Arkema" and ultra-disperse metallurgical dust on the properties and structure of gypsum matrix has been studied with the help of mechanical tests and microstructural analyses.*

**Keywords:** gypsum binder, carbon nanotubes, crystallization centers, metallurgical dust, microstructure

УДК 691.421.24

*Г. И. Яковлев*, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*И. С. Полянских (Маева)*, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*A. B. Шайбадуллина*, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова  
*A. Ф. Гордина*, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова  
*T. В. Бочкарева*, студентка, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова  
*E. A. Зайцева*, студентка, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова  
**ПЕРСПЕКТИВЫ НАНОМОДИФИЦИРОВАНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ** – С. 189–192.

*Рассмотрены возможные перспективы применения многослойных углеродных нанотрубок в качестве наномодифицирующих добавок при производстве керамических изделий, в частности керамического кирпича.*

**Ключевые слова:** многослойные углеродные нанотрубки, керамические материалы, стабилизация суспензий

*G. I. Yakovlev*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
*I. S. Polyanskikh (Maeva)*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
*A. V. Shaybadullina*, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
*A. F. Gordina*, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
*T. V. Bochkareva*, Student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
*E. A. Zaytseva*, Student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Perspectives of nano-modification of ceramic materials for building purposes**

*The paper considers the possible perspectives of applying multi-walled carbon nanotubes as modifying nano additives for ceramic products, including ceramic bricks.*

**Keywords:** multi-walled carbon nanotubes, ceramic materials, stabilization of suspensions

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 614.2

*С. Б. Пономарев*, доктор медицинских наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*В. Е. Одинцов*, главный фтизиатр Управление организации медико-санитарного обеспечения Федеральной службы исполнения наказаний России

**ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОКАЗАНИЯ ПРОТИВОТУБЕРКУЛЕЗНОЙ ПОМОЩИ В УГОЛОВНО-ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ РОССИИ** – С. 193–195.

*Разработка математической модели, позволяющей проводить мониторинг оценки противотуберкулезной помощи, оказываемой медицинской службой уголовно-исполнительной системы России.*

**Ключевые слова:** медико-санитарное обеспечение, противотуберкулезная помощь, экспертная оценка, математическое моделирование, уголовно-исполнительная система

*S. B. Ponomarev*, Doctor of Medicine, Professor, Kalashnikov Izhevsk State technical University

*V. E. Odyntsov*, Chief phthisiatrician, Administration of health-care provision of Russian Federal Service for Punishment Execution

**Cumulative assessment of the quality of TB care in the penal system of Russia**

*The article is devoted to developing a mathematical model to monitor the evaluation of TB care of the medical service of the penal system in Russia.*

**Keywords:** health-care provision, TB care, expert evaluation, mathematical modeling, penal system

УДК 004.732

*A. B. Шенятский*, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*Е. С. Чухланцев*, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

*И. М. Щекотуров*, студент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛОКАЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ** – С. 195–197.

*Проведена классификация локальных сетей, рассмотрены преимущества и недостатки различных способов локальных сетей, определены способы математического моделирования локально-вычислительных сетей. Определены задачи для разработки автоматизированной системы проектирования локально-вычислительных сетей.*

**Ключевые слова:** локальные сети, топология сетей, теория графов, виды сетей

*A. V. Shchenyatsky*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*E. S. Chukhlantsev*, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*I. M. Shekoturov*, Student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

**Analysis of the possibility to develop the computer-aided design system for local-area networks**

*The paper presents the classification of local networks, advantages and drawbacks of different methods of local networks, and methods of mathematical modeling of local-area networks. Priorities for the development of a computer-aided design system for local-area networks are determined.*

**Keywords:** local networks, network topology, graph theory, types of networks