

Содержание научно-практического журнала  
«Интеллектуальные системы в производстве» № 1 за 2015 год

МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

УДК 550.8.05

А. Г. Злобина, аспирант, Физико-технический институт УрО РАН (A. G. Zlobina, Post-graduate, Physical-Technical Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences)

И. В. Журбин, доктор исторических наук, кандидат технических наук, Физико-технический институт УрО РАН (I. V. Zhurbin, Doctor of Science (History), PhD in Engineering, Physical Technical Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences)

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА НЕЧЕТКОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИ ОЦЕНКЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТА В ГРУНТЕ (Application of fuzzy clustering method in evaluation of spatial characteristics of the object in the ground).** – С. 5–8.

*Предложена методика оценки пространственных параметров объектов в грунте на основе данных многократного площадного электропрофиллирования. Применение метода нечеткой кластеризации Fuzzy c-means позволяет восстановить границы объектов в горизонтальной плоскости и оценить диапазон глубин их залегания. Результаты подтверждены компьютерным моделированием и данными полевых экспериментов.*

*The technique of evaluating the spatial parameters of objects in the ground on the basis of data of multi-spacing area electric profiling is offered. The application of fuzzy clustering "Fuzzy c-means" allows restoring the borders of objects in the horizontal plane and evaluating the range of their occurrence depths. The results are confirmed by the data of computer simulation and field investigations.*

**Ключевые слова:** электропрофиллирование, метод нечеткой кластеризации, граница объекта, диапазон глубин.

**Keywords:** electric profiling, method of fuzzy clustering, boundary of the object, range of depths.

УДК 330.47

С. Л. Ким, кандидат физико-математических наук, Институт механики УрО РАН (S. L. Kim, PhD (Physics and Mathematics), Institute of Mechanics UB RAS)

Н. П. Шамаева, кандидат экономических наук, доцент, Удмуртский государственный университет (N. P. Shamaeva, PhD in Economics, Associate Professor, Udmurt State University)

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ КООПЕРАЦИИ (Mathematical modeling of processes in the scientific-industrial cooperation).** – С. 9–15.

*Во многом перспективы развития российской экономики зависят от решения проблемы создания условий для устойчивого экономического роста, который, в первую очередь, предполагает качественные изменения. Только в этом случае можно надеяться, что Россия будет поддерживать территориальную целостность. Математическая модель научно-производственной кооперации, которая адекватно описывает динамику переменных, характеризующих активность. Модель может быть основой для постановки и решения задач теории оптимального управления взаимодействием науки и промышленности.*

*In many aspects prospects of development of Russian economy depend on the solution of the problem of creating conditions for sustained economic growth which, first of all, assumes high-quality changes. Only in this case it is possible to hope that Russia will keep the territorial integrity. A mathematical model of the scientific-production cooperation, which adequately describes the dynamics of the variables characterizing the activity, is given. The model can be the basis for the formulation and solution of problems of the theory of optimal control of the interaction of science and industry.*

**Ключевые слова:** взаимодействие науки и производства, математическая модель динамики, линеаризованное уравнение динамики, логистическая кривая.

**Keywords:** science and industry cooperation, dynamics mathematical model, linearized dynamic equation, logistic curve.

УДК 628.336.6

Е. А. Кононова, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (E. A. Kononova, Master's degree student, Kalashnikov ISTU)

М. В. Свалова, кандидат технических наук, доцент кафедры «Водоснабжение и водоподготовка», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (M. V. Svalova, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU)

А. М. Непогодин, старший преподаватель кафедры «Водоснабжение и водоподготовка», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (A. M. Nepogodin, Senior Lecturer, Kalashnikov ISTU)

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕШИВАНИЯ СУБСТРАТА ПРИ АНАЭРОБНОМ СБРАЖИВАНИИ В БИОРЕАКТОРЕ (Mathematical modeling for substrate stirring process within anaerobic fermentation).** – С. 15–18.

*В работе исследован процесс перемешивания осадков сточных вод в биореакторе яйцевидной формы с помощью циркуляционной трубы. Яйцевидная форма имеет наименьшую площадь поверхности, что позволит минимизировать затраты энергии на обогрев смеси в биореакторе. Математическое моделирование проводилось на основе программного комплекса Flow Vision. Получены поля векторов скоростей при перемешивании субстрата. Поставленная задача решается с помощью двухмерных дифференциальных уравнений Навье – Стокса.*

*The work is devoted to investigation of stirring processes for waste water in the egg-shaped bioreactor by means of a circulation tube. The egg shape has the least cross-section that allows minimizing the energy cost for mixture heating in the bioreactor. Mathematical modeling was carried out by means of the Flow Vision software. Vector fields for velocities of substrate stirring are obtained. The stated task is solved by two-dimensional Navier-Stokes differential equations.*

**Ключевые слова:** осадки сточных вод, биогаз, математическая модель, биореактор, дифференциальное уравнение, граничные условия.

**Keywords:** waste water, biogas, mathematical model, bioreactor, differential equation, boundary conditions.

УДК 004.627, 004.932

*А. В. Коробейников*, кандидат технических наук, доцент кафедры «Программное обеспечение», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*A. V. Korobeynikov*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU)

*С. И. Погудин*, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*S. I. Pogudin*, Master's Degree Student, Kalashnikov ISTU)

*В. С. Смирнов*, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*V. S. Smirnov*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

*Р. М. Гафаров*, кандидат технических наук, доцент кафедры «Вычислительная техника», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*R. M. Gafarov*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU)

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ПИКСЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНЫХ ЛИНЕЙНЫХ НЕЙРОНОВ ПРИ СЖАТИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ БЕЗ ПОТЕРЬ (Pixel values prediction based on adaptive linear neurons within lossless image compression).** – С. 19–25.

*Предложен метод прогнозирования значений пикселей при сжатии изображений без потери качества на основе адаптивных линейных нейронов (адалин). Адаптивные предсказатели показывают большую эффективность, чем фиксированные. Двухмерная схема формирования входов адалина показывает большую эффективность, чем одномерная. Предложенный метод позволяет повысить степень сжатия изображений без потерь.*

*A method for pixel values predicting within lossless image compression based on adaptive linear neurons (adalin) is proposed. The adaptive predictors show greater efficiency than the fixed ones. A two-dimensional adalin inputs layout shows greater efficiency than one-dimensional. The proposed method allows to increase the degree in lossless image compression.*

**Ключевые слова:** сжатие изображений без потерь, адаптивные линейные нейроны, адалин, предсказание.

**Keywords:** lossless image compression, adaptive linear neurons, adalin, prediction.

УДК 536.421.1

*Д. Н. Попов*, кандидат технических наук, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*D. N. Popov*, PhD in Engineering, Kalashnikov ISTU)

*В. Н. Диденко*, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*V. N. Didenko*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

*Р. З. Касимов*, старший преподаватель кафедры «Теплоэнергетика», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*R. Z. Kasimov*, Senior Lecturer, Kalashnikov ISTU)

**МЕТОДИКА ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ, ЗАКЛЮЧЕННЫХ В ДВУМЕРНЫЙ ОБЪЕМ (Method of numerical modeling of phase transformations of heat accumulating materials captured in a two-dimensional form).** – С. 26–30.

*Работа посвящена компьютерному моделированию процессов теплообмена, сопровождающихся изменением фазового состояния теплоаккумулирующего материала. Излагается авторская методика решения двумерной задачи теплопроводности при наличии фазовых переходов «плавление – отвердевание». Представлены результаты тестовых расчетов для материала, заключенного в капсулы различных форм. Исследован вопрос о целесообразности учета неравномерности теплоотдачи на поверхности капсулы при определении времени полного завершения фазового перехода во всем объеме материала.*

*The paper is concerned with computer simulation of heat transfer processes, accompanied by a change of a phase state of heat accumulating materials. Author's method of solving the two-dimensional problem of heat conduction in the presence of phase change «melting-solidification» is represented. The test calculation results for the material contained in the capsules of various forms are presented. The problem of advisability to account the unevenness of heat transfer on the capsule's surface by timing of full completion of phase change in all material volume is studied.*

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

**Keywords:** numerical modeling, phase transformations, heat accumulating materials.

## МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 674.05(045)

*И. В. Абрамов*, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*I. V. Abramov*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

*А. И. Абрамов*, кандидат технических наук, доцент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*A. I. Abramov*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU)

*Ю. Р. Никитин*, кандидат технических наук, доцент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Yu. R. Nikitin*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU) (*A. V. Romanov*, Assistant, Kalashnikov ISTU)

*А. В. Романов*, ассистент кафедры «Мехатронные системы», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

**ДИАГНОСТИКА СИСТЕМ ПРИВОДОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ (Diagnosis of woodworking equipment drive systems using fuzzy logic).** – С. 31–34.

*Рассмотрены вопросы диагностики систем приводов на базе нечеткой логики. Выполнен анализ надежности работы деревообрабатывающего оборудования по производству древесно-стружечных плит. Разработана логико-лингвистическая модель приводов технологической линии на деревообрабатывающем производстве, показывающая зависимость технического состояния от уровня виброускорения в разных частотных диапазонах. Модель диагностирования приводов построена на базе нечеткой логики. Разработана база правил системы нечеткого вывода для определения технического состояния диагностируемого привода.*

*The article considers problems of drive systems diagnosis based on fuzzy logic. The analysis of the reliability of the woodworking machinery for the production of wood chipboard was made. The logical linguistic model is developed for drives of a production line in carpentry, showing the dependence of the technical condition of the level of acceleration in different frequency ranges. The proposed model of drive diagnosis is based on fuzzy logic. The rule base of a fuzzy output system is developed to determine the technical condition of the diagnosed drive.*

**Ключевые слова:** диагностика, нечеткая логика, системы приводов, деревообрабатывающее оборудование.

**Keywords:** diagnosis, fuzzy logic, drive systems, woodworking equipment.

УДК 623:004.89

*О. И. Бочкарев*, кандидат экономических наук, заместитель председателя коллегии Военно-промышленной комиссии Российской Федерации (*O. I. Bochkarev*, PhD in Economics, Kalashnikov ISTU)

*В. А. Тенев*, доктор физико-математических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*V. A. Tenenev*, DSc (Physics and Mathematics), Professor, Kalashnikov ISTU)

*Б. А. Якимович*, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*B. A. Yakimovich*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

**МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ГОТОВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ОПК К РАЗРАБОТКЕ ОБРАЗЦОВ НОВОЙ ТЕХНИКИ (Methods for assessing the readiness of defense enterprises to development of new equipment).** – С. 35–40.

*Для повышения объективности экспертных оценок и более полного использования информации о предприятиях в статье рассмотрена возможность применения методов интеллектуальной обработки данных. Определены комплексные показатели готовности с учетом наиболее «узких» мест в технологиях, производстве и испытательной базе. Предлагаемая методика может быть применима для оценки готовности предприятий к разработке и выпуску изделий машиностроительной промышленности.*

*To increase the objectivity of expert assessments and better use of information on companies, the paper considers the possibility of applying the intellectual data processing techniques. Integrated indicators of readiness to meet the most "narrow" places in technology, production and test facility are identified. The proposed method can be applied to assess the readiness of enterprises to develop and produce mechanical engineering items*

**Ключевые слова:** уровень технологической и производственной готовности, нечеткие множества, система нечеткого логического вывода.

**Keywords:** level of technological and production readiness, fuzzy sets, fuzzy inference system.

УДК 621.385.833

*М. Р. Гафаров*, кандидат технических наук, инженер, МИП ООО «Программно-аппаратные системы» (*M. R. Gafarov*, PhD in Engineering, "Software and hardware systems, Ltd")

*Р. М. Гафаров*, кандидат технических наук, доцент кафедры «Вычислительная техника», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*R. M. Gafarov*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU)

*Е. С. Полтанова*, магистрант кафедры «Вычислительная техника», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*E. S. Poltanova*, Master's degree student, Kalashnikov ISTU)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТРАНСФОРМАЦИЙ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДОМ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ (Determination of geometrical images parameters using statistical differentiation).** – С. 41–44.

*В работе рассматривается метод определения линейных искажений изображений, главной частью которых являются преобразования взаимного сдвига, поворота и масштаба.*

*This paper describes the method of determining the linear image distortions, the main part of which is the transformation of mutual shift, rotation and scale.*

**Ключевые слова:** изображение, преобразование, сдвиг, поворот, масштаб, гистограмма.

**Keywords:** image transformation, shift, rotation, scale, histogram.

УДК 621.774.8

*С. Н. Князев*, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*S. N. Knyazev*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

*Ю. О. Михайлов*, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Yu. O. Mikhailov*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УСИЛИЯ РЕДУЦИРОВАНИЯ ТРУБНОЙ ЗАГОТОВКИ С ОПРАВКОЙ (Method of calculating the technological stress of reduction for tubular part with mandrel).** – С. 45–46.

*Представленная методика расчета позволяет определить усилие внедрения выступов оправки в трубную заготовку, технологическое усилие редуцирования трубной заготовки и произвести выбор оборудования, позволяющего выполнять операции редуцирования трубной заготовки.*

*The method allows to calculate the stress required for the infeed of the projections of the mandrel into the tubular part, the technological stress of reduction for a tubular part, and to select equipment, allowing to perform reduction of the tubular part.*

**Ключевые слова:** оправка, технологическое усилие, редуцирование, трубные заготовки, штамповка.

**Keywords:** mandrel, technological stress, reduction, tubular parts, forging.

УДК 004.942

*С. Н. Князев*, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*S. N. Knyazev*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

*Ю. О. Михайлов*, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Yu. O. Mikhailov*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

*Д. Г. Дресвянников*, кандидат технических наук, доцент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*D. G. Dresvyannikov*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU)

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РЕДУЦИРОВАНИЯ ТРУБНОЙ ЗАГОТОВКИ С ОПРАВКОЙ (Mathematical and computer modeling of the reduction process for tubular part with mandrel).** – С. 47–48.

*Компьютерное моделирование технологического процесса редуцирования трубной заготовки с оправкой позволило уйти от традиционного способа проб и ошибок во время эксперимента. Результаты компьютерного моделирования подтвердили адекватность предложенной методики расчета технологического усилия.*

*Computer modeling of the reduction process for tubular parts with mandrel allowed getting away from the traditional method of "trial and error" during the experiment. The results of computer simulation confirmed the adequacy of the proposed method for calculation of technological stress.*

**Ключевые слова:** оправка, технологическое усилие, редуцирование, трубные заготовки, QForm 7.

**Keywords:** mandrel, technological stress, reduction, tubular parts, QForm 7.

УДК 658.1.011.5

*В. А. Кутергин*, доктор технических наук, профессор, Институт прикладной механики УрО РАН, Ижевск (*V. A. Kutergin*, DSc in Engineering, Professor, Institute of Applied Mechanics UB RAS, Izhevsk)

*Р. В. Сухих*, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*R. V. Sukhikh*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

*Ю. В. Турыгин*, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Yu. V. Turygin*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ (Computer aided decision-making at manufacturing enterprise management).** – С. 49–54.

*Руководители предприятий каждый день сталкиваются с проблемами и вынуждены принимать решения по их устранению в условиях неопределенности. В статье описывается метод автоматизации принятия решений в управлении производственным предприятием на основе имитационного моделирования. Рассматривается принцип построения имитационной модели предприятия и ее структура, методика анализа и оценки эффективности предприятия.*

*Enterprise managers are confronted daily with the problems and have to make decisions under uncertainty. This paper describes a simulation-based method for automating the decision-making in the management of a manufacturing enterprise. The principle of building a simulation model of the company and its structure, methods of analysis and evaluation of the effectiveness of the enterprise are considered.*

**Ключевые слова:** автоматизация, управление, принятие решений, имитационное моделирование, теория ограничений, теория систем.

**Keywords:** automation, management, decision making, simulation, theory of constraints, systems theory.

УДК 681.518.5

*Г. В. Миловzorov*, доктор технических наук, профессор, Удмуртский государственный университет (*G. V. Milovzorov*, DSc in Engineering, Professor, Udmurt State University)

*М. И. Хакимьянов*, кандидат технических наук, доцент, Уфимский государственный нефтяной технический университет (*M. I. Khakimyanov*, PhD in Engineering, Associate Professor, Ufa State Oil Technical University)

*Т. А. Редкина*, старший преподаватель, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*T. A. Redkina*, Senior lecturer, Kalashnikov ISTU)

*А. Г. Миловzorov*, кандидат технических наук, доцент, Удмуртский государственный университет (*A. G. Milovzorov*, PhD in Engineering, Associate Professor, Udmurt State University)

**СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СКВАЖИН, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ГЛУБИННО-НАСОСНЫМ СПОСОБОМ (Control system for intelligent oil wells operated by downhole method).** – С. 55–58.

*Рассматриваются системы управления для нефтедобывающих скважин, состав технологических датчиков и функциональные возможности программно-алгоритмического обеспечения. Авторами предложена методика определения и оптимизации удельного расхода электроэнергии установками штанговых глубинных насосов, основанная на анализе динамограмм и ваттметрограмм. Анализируется зависимость затрат энергии на подъем скважинной жидкости от таких параметров работы насосной установки, как длина хода штока и частота качаний, а также влияние циклического характера нагрузки и сбалансированности станка-качалки.*

*We consider a control system for oil wells, the composition of technological sensors and functionality of software. The authors proposed a method of determining and optimizing the specific energy consumption for sucker rod pump units based on the analysis of dynamometer cards and wattmeter cards. The authors analyzed the dependence of energy consumption on the lift of oilwell fluid on such parameters of the pump unit as the length of the stroke and oscillation frequency, and the influence of the cyclical nature of the load and balance beam pumping unit.*

**Ключевые слова:** интеллектуальная скважина, штанговый глубинный насос, система управления, динамограмма, ваттметрограмма, удельный расход электроэнергии.

**Keywords:** intellectual well, sucker rod pump, control system, dynamometer card, wattmeter card, specific energy consumption.

УДК 621.983(045)

*Ю. О. Михайлов*, доктор технических наук, профессор кафедры «Машины и технология обработки металлов давлением и сварочное производство», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Yu. O. Mikhailov*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

*С. А. Морозов*, кандидат технических наук, доцент кафедры «Машины и технология обработки металлов давлением и сварочное производство», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*S. A. Morozov*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU)

*А. С. Караваева*, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*A. S. Karavayeva*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ ТИПА «ОБОЛОЧКА» С СОВМЕЩЕНИЕМ ОПЕРАЦИЙ ВЫТЯЖКИ И ОБЖИМА (Development of technology for the manufacture of items such as "sheath" with combined operations of stretching and crimping).** – С. 59–61.

*Приводится решение проблемы многооперационности изготовления высоких конических деталей путем совмещения формообразующих операций, позволяющее добиться оптимальных параметров изделия. Выделены основные формулы для расчета и отмечены результаты изготовления опытной партии. В заключение отмечаются преимущества выбранного метода штамповки.*

*The paper presents the problem solution for multistage manufacturing of long conical parts by combining forming operations, allowing to get the optimal parameters of the product. The basic calculation formulas are outlined and the results of experimental batch manufacturing are shown. In conclusion, advantages of the chosen stamping method are stated.*

**Ключевые слова:** штамповка, вытяжка, обжим, раздача.

**Keywords:** isothermal forging, extractor, crimping, distribution.

УДК 532.5(045)

*З. Р. Муфтахутдинова*, старший преподаватель, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Z. R. Muftahutdinova*, Senior lecturer, Kalashnikov ISTU)

О РАСЧЕТЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ БЕЗНАПОРНЫХ ПОТОКОВ В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ ЭФФЕКТИВНОГО ДИАМЕТРА (**About hydraulic resistance of gravity flows within the concept of the effective diameter**). – С. 62–64.

*При выполнении гидравлических расчетов безнапорных потоков используется гидравлический радиус, который недостаточно точно учитывает особенности геометрии канала. Предложено использовать концепцию эффективного диаметра для учета влияния формы поперечного сечения на гидравлическое сопротивление каналов. Определены значения коэффициентов гидравлического сопротивления для каналов различных форм сечения.*

*In hydraulic calculations of gravity flows the hydraulic radius is used that does not take into account the particular geometry of the channel accurately. The author proposed using the concept of the effective diameter to account the influence of cross-section on the hydraulic resistance of channels. The hydraulic resistance coefficients were obtained for channels with different cross-section geometry.*

**Ключевые слова:** безнапорное течение, гидравлическое сопротивление, гидравлический радиус, эффективный диаметр.  
**Keywords:** gravity flow, hydraulic resistance, hydraulic radius, effective diameter.

УДК 697.921.42

*А. В. Некротюк*, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*A. V. Nekrotyuk*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

*Е. В. Корепанов*, кандидат технических наук, доцент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*E. V. Korepanov*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU)

ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ МЕСТНОЙ ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ РАБОЧЕГО МЕСТА МОНТАЖНИКА РАДИОАППАРАТУРЫ (**Functional structural model of a system of local exhaust ventilation for the workplace of radio equipment wireman**). – С. 65–68.

*Предложена структурная модель системы местной вытяжной вентиляции рабочего места монтажника радиоаппаратуры. Проведен анализ функциональных структурных связей.*

*The structural model of a system of local exhaust ventilation for the workplace of the radio equipment wireman is proposed. The analysis of functional structural relations is carried out.*

**Ключевые слова:** местная вентиляция, вентиляция рабочего места монтажника, функционально-структурная модель вентиляции, вентиляция цеха монтажа радиоаппаратуры.

**Keywords:** local ventilation, workplace ventilation installers, functional structural model of ventilation, ventilation plant installation of radio equipment.

УДК 621.791.927

*В. Г. Салангин*, кандидат технических наук, доцент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*V. G. Salangin*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU)

*А. В. Кирсанов*, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*A. V. Kirsanov*, Master's Degree Student, Kalashnikov ISTU)

РАСЧЕТ ЛЕГИРОВАНИЯ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА АКТИВНЫМИ ПРИСАДКАМИ, НАХОДЯЩИМИСЯ В КЕРАМИЧЕСКОМ ФЛЮСЕ (**Calculation of alloying the weld with active addition metal in ceramic flux**). – С. 69–72.

*Предложены физическая модель и метод расчета наплавленного металла при сварке и наплавке под керамическими флюсами.*

*The physical model and calculation technique for the melt in welding and depositing under ceramic fluxes are proposed.*

**Ключевые слова:** дуговая сварка, флюс, присадки, окисление, легирование, моделирование, расчеты.

**Keywords:** arc welding, flux, additives, oxidation, alloying, modeling, calculations.

УДК 669.018.29.004.14

*В. Л. Тимофеев*, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*V. L. Timofeyev*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

*Р. С. Клевоцова*, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*R. S. Klevtsova*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

*В. Б. Федоров*, кандидат технических наук, доцент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*V. B. Fedorov*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU)

ИЗГОТОВЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ХУДОЖЕСТВЕННО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ (**Production of Metal Artistic Industrial Products**). – С. 72–76.

*Дано краткое сообщение о развитии обработки металлических материалов во взаимодействии с историей человеческой цивилизации начиная с древнейших времен по настоящее время, а также затронуты некоторые вопросы художественной обработки материалов.*

*A brief report about development of metallic materials processing and its interaction with history of human civilization since ancient times to the present is provided, also some issues of artistic treatment of materials are taught upon.*

**Ключевые слова:** металлические художественно-промышленные изделия, обработка материалов, история развития обработки металлических материалов, структурно-логическая схема процесса обработки, жизненный цикл металлического художественно-промышленного изделия.

**Keywords:** metal artistic industrial products, processing of materials, history of metallic materials treatment, structural logic diagram of treatment process, product life of metal artistic industrial items.

УДК 62-233.27

*А. В. Щенятский*, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*A. V. Shchenyatskiy*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

*А. А. Пушкарева*, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*A. A. Pushkareva*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ НАГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОДШИПНИКОВЫХ ОПОР (**Analysis of calculation methods and experimental tests of the load capacity of bearings**). – С. 77–79.

*В данной статье проведен анализ факторов, влияющих на работоспособность подшипников. Рассмотрены методы их расчета. Проведен анализ конструкций подшипниковых опор. Изучен метод получения полной физической картины процесса деформирования и разрушения элементов подшипника во время эксплуатации. Определены направления исследования. Предложена новая конструкция стенда для испытания подшипниковых опор с неравножестким корпусом.*

*The analysis of factors having influence on functionality of bearings is carried out in the article. The computing methods of these factors are considered. The analysis of structures of bearing supports is carried out. The method of obtaining a complete physical picture of deformation process and failure of bearing elements during operation is examined. The new design of test bench is suggested. The research guidelines are defined.*

**Ключевые слова:** подшипники, стенды для испытания подшипников, метод расчета, новая конструкция.

**Keywords:** bearings, stands for bearing tests, calculation method, new construction.

УДК 681.5.011

*А. В. Щенятский*, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*A. V. Shchenyatskiy*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

*Е. С. Чухланцев*, кандидат технических наук, доцент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*E. S. Chukhlantsev*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU)

*А. А. Пушкарева*, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*A. A. Pushkareva*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

**РАЗРАБОТКА НОВОГО СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ОТВЕРСТИЙ В НЕРАВНОЖЕСТКИХ КОРПУСАХ ПОДШИПНИКОВЫХ ОПОР С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ (Development of a new method for producing curved holes in not rigid shell bearings using EDM equipment) – С. 80–83.**

*Рассмотрена история развития электроэрозионного способа получения отверстий. Проведен анализ современных способов использования электроэрозионной обработки. Определены перспективные направления работ по созданию отверстий с непрямой осью в неравножестких корпусах подшипниковых опор.*

*The history of electrosparking method for producing holes is considered. The analysis of modern ways of using EDM is carried out. Perspective directions of work on creating the holes with an indirect axis in not rigid shell bearings are determined.*

**Ключевые слова:** электроискровая обработка, отверстия с непрямой осью, электроэрозия, подшипниковые опоры.

**Keywords:** spark processing, hole with indirect axis, EDM, shell bearings.

УДК 621.868(045)

*А. Г. Элбакян*, аспирант кафедры «Ракетостроение», Воткинский филиал ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*A. G. Elbakian*, Post-graduate, Votkinsk branch of Kalashnikov ISTU)

**ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ УНИФИЦИРОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ НАПОЛЬНОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА (Prospects of creating a unified platform for electric floor) – С. 84–85.**

*Работа посвящена обзору и анализу напольного электротранспорта и функциональной перспективе создания унифицированной платформы.*

*The work is dedicated to the review and analysis of electric floor and functional prospects of creating a unified platform.*

**Ключевые слова:** электромобиль, электротележка, напольная платформа электротранспорта.

**Keywords:** electric, lifter, electric floor platform.

УДК 621.833.6

*Б. А. Якимович*, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*B. A. Yakimovich*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

*Ф. И. Плеханов*, доктор технических наук, профессор, Глазовский инженерно-экономический институт (филиал) ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*F. I. Plekhanov*, DSc in Engineering, Professor, Glazov Engineering and Economical Institute (branch) of Kalashnikov ISTU)

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗУБЧАТЫХ ПЛАНЕТАРНЫХ ПЕРЕДАЧ (Specifics of planetary gear rational design) – С. 86–91.**

*В статье приведены рациональные конструкции планетарных передач с внутренними зацеплениями колес и малой разницей чисел их зубьев. Рассмотрено влияние геометрических параметров внутреннего зацепления колес передачи на показатели ее прочности. Приведены результаты экспериментальных исследований этих механизмов.*

*The article shows examples of rational design of planetary gears with internal gearing and small tooth number difference. Influence of geometrical parameters on indicators of gear strength is considered. Some results of experimental studies of these mechanisms are presented as well.*

**Ключевые слова:** планетарные передачи, конструкции, геометрия, прочность.

**Key words:** planetary transmissions, design, geometry, strength.

## ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

УДК 681.536.5 : 543.544

*Н. О. Вздудева*, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*Vzduleva N. O.*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

**СТАБИЛИЗАЦИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ ТЕРМОСТАТОВ ХРОМАТОГРАФА ПУТЕМ ПОДСТРОЙКИ СКОРОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ СКВАЖНОСТЬЮ УПРАВЛЯЮЩИХ ИМПУЛЬСОВ (Stabilization of the thermostat chromatograph regime by adjusting the rate of temperature change in a control system for duty cycle of the control pulse) – С. 92–94.**

*Предложен алгоритм, позволяющий снизить величину отклонения температуры нагрева термостатов относительно температуры уставки путем учета скорости изменения температуры в зоне нагрева. Найдено значение ширины окна скользящего среднего, используемого для оценки скорости изменения температуры. Показано, что учет скорости изменения температуры позволяет уменьшить величину отклонения температуры термостата относительно температуры уставки более чем в два раза.*

*An algorithm is proposed, which allows to reduce the deviation of the heating temperature thermostat's about temperature setting by considering the rate of change of temperature in the heating zone. The width of the window moving averages is determined which is used to estimate the rate of temperature change. It was shown that keeping the rate of change of temperature reduces the amount of deviation relative to the thermostat set point temperature by more than twice.*

**Ключевые слова:** хроматограф, регулировка температуры, скважность, ПИД-регулирование.

**Keywords:** chromatograph, temperature control, duty cycle, PID-control

УДК 65.012.48

*В. П. Грахов, доктор экономических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (V. P. Grakhov, DSc in Economics, Professor, Kalashnikov ISTU)*

*Д. А. Мушаков, студент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (D. A. Mushakov, Student, Kalashnikov ISTU)*

**СОГЛАСОВАННЫЕ ФУНКЦИИ PRIMAVERA P6 PROFESSIONAL R8.3.2 И ARCHICAD 17.0.0 КАК ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ В ПРОЦЕССЕ КОНТРОЛЛИНГА ЗА ХОДОМ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ (Development of controlling the progress of construction and installation works based on the interaction of Primavera P6 Professional R8.3.2 and ArchiCAD 17.0.0).** – С. 95–98.

*Предложен метод, в котором предусматривается согласование функций Primavera P6 Professional R8.3.2 и ArchiCAD 17.0.0, позволяющий измерять освоение физических объемов объекта строительства, а также контролировать сроки исполнения работ и разрешать проблемные вопросы в процессе строительно-монтажных работ посредством комплексного анализа объемной модели объекта строительства и данных графика производства работ.*

*Interlinked work of programs Primavera P6 Professional R8.3.2 and ArchiCAD 17.0.0 was proposed, which allows monitoring the progress of construction and installation works by analyzing the three-dimensional model of a real object construction and data time schedule: comparison of current parameters with planned ones is carried out.*

**Ключевые слова:** актуализация, многоуровневый график, директивные сроки, физический объем, визуальная модель.

**Keywords:** multilevel graph, deadlines, updated information, visualization.

УДК 534.121.2+539.382.2

*М. В. Данилов, кандидат технических наук, докторант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (M. V. Danilov, PhD in Engineering, DSc Applicant, Kalashnikov ISTU)*

*Д. Р. Шишов, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (D. R. Shishov, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)*

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНОГО ЛЕНТОЧНОГО НОСИТЕЛЯ ИНФОРМАЦИИ НА ФАЗОВОЙ ПЛОСКОСТИ (Investigation of frequencies of non-linear tape medium for phase plane).** – С. 99–101.

*Исследована тонкая упругая пластина, которая свободно поддерживается на коротких сторонах и подвергается постоянному натяжению в продольном направлении. Выведены зависимости между степенью нелинейности и параметрами системы. Приведены формулы для определения максимального провисания ленты.*

*A plate freely supported on its short sides and subjected to constant tension in its longitudinal direction has been investigated. Dependences between the degree of nonlinearity and parameters of system have been derived. Formulas to determine the maximum of sagging of the tapes are given.*

**Ключевые слова:** тонкая лента, упругая пластинка, рэлеевские волны, прогиб пластинки, геометрическая нелинейность.

**Keywords:** thin tape, elastic plate, Rayleigh wave, plate deflection, geometric nonlinearity.

УДК 534.121.2+539.382.2

*М. В. Данилов, кандидат технических наук, докторант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (M. V. Danilov, PhD in Engineering, DSc Applicant, Kalashnikov ISTU)*

*Д. Р. Шишов, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (D. R. Shishov, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)*

*В. Е. Лялин, доктор технических наук, доктор экономических наук, доктор геолого-минералогических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (V. E. Lyalin, DSc in Engineering, Doctor of Economics, Doctor of Geology, Professor, Kalashnikov ISTU)*

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ЛЕНТОЧНОГО НОСИТЕЛЯ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ЕГО ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ (Mathematical modeling of tape deformation under its dynamic loading).** – С. 102–107.

*В статье приводится точное решение двумерной плоской задачи динамической теории упругости для тонкой пластины с двумя свободными и двумя нагруженными краями. Исследуется влияние геометрических и механических параметров ленты на высокочастотные колебания. Выведены формулы для определения диапазона частот вибрации.*

*The precise solution of two-dimensional plane problem of dynamic theory of elasticity has been given for a thin plate with two free and two loaded edges. The influence of geometrical and mechanical parameters of the tape on the high-frequency oscillations is investigated. Formulas for establishing the vibration frequency band have been derived.*

**Ключевые слова:** идеально упругая лента, деформация ленты, динамика ленты.

**Keywords:** perfectly elastic tape, tape deformation, dynamics of the tape.

УДК 539.149

*А. Я. Клочков, кандидат технических наук, доцент, Рязанский государственный радиотехнический университет (A. Ya. Klochkov, PhD in Engineering, Associate Professor, Ryazan State Radio Engineering University)*

*А. И. Коршунов, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (A. I. Korshunov, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)*

*С. Г. Емельянов, доктор технических наук, профессор, Юго-Западный государственный университет (S. G. Emelyanov, DSc in Engineering, Professor, Southwestern State University)*

*С. А. Батуркин, Рязанский государственный радиотехнический университет (S. A. Baturkin, Director of innovative development, Ryazan State Radio Engineering University)*

ТОКОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ НЕУПОРЯДОЧЕННОГО ПОЛУПРОВОДНИКА СТРУКТУРЫ GST225\* (**Current characteristics of phase transitions in disordered semiconductors with GST225 structure**). – С. 108–110.

*Проведено численное моделирование нелегированной и легированной структуры GST225 в аморфном и кристаллическом состоянии. Выявлено влияние примесей на токовые характеристики ХСП. Построены зависимости порогового напряжения фазового перехода в образцах при изменениях тока, ширины запрещенной зоны и температуры.*

*Numerical simulation of non-alloy and alloy GST225 structure in the amorphous and crystalline state is carried out. The influence of impurities on current characteristics of the CGS is revealed. The dependences are obtained for the threshold voltage of phase transition in samples within the current, band gap and temperature change.*

**Ключевые слова:** неупорядоченные полупроводники, фазовая память, халькогенидные стеклообразные полупроводники, управление свойствами материалов, легирование, наноразмерные пленки, наноэлектроника.

**Keywords:** disordered semiconductors, phase memory, chalcogenide glassy semiconductors, material properties control, alloying, nanoscale films, nanoelectronics.

УДК 622.243.272.8

*Д. Г. Миловзоров*, кандидат технических наук, доцент, Уфимский государственный авиационный технический университет (*D. G. Milovzorov*, PhD in Engineering, Associate Professor, Ufa State Aviation Technical University)

*Т. А. Редькина*, старший преподаватель, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*T. A. Redkina*, Senior lecturer, Kalashnikov ISTU)

*Р. Р. Садрутдинов*, генеральный директор, ОАО «НПФ «Геофизика», г. Уфа (*R. R. Sadrutdinov*, General Director, “SPC “Geophysics” OJSC, UFA)

О ПОСТРОЕНИИ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ПРОИЗВОЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННЫМИ ФЕРРОЗОНДАМИ (**To development of magnetometer systems with arbitrarily oriented flux-gate sensors**). – С. 111–114.

*В статье рассмотрены вопросы построения магнитометрических систем (ММС) с феррозондовыми датчиками, представлены аналитические зависимости измеряемых проекций полного вектора индукции магнитного поля на оси чувствительности произвольно ориентированных датчиков, приведены математические модели ММС в соответствии с теорией пространственной ориентации.*

*The article describes the questions of developing the magnetometer systems (MMS) with flux-gate sensors, analytical dependences are presented for the measured projections of the total vector for magnetic field induction on the axis of sensitivity for arbitrarily oriented sensors, mathematical models for MMS in accordance with the theory of spatial orientation are given.*

**Ключевые слова:** феррозондовые датчики, магнитометрические системы, позиционирование.

**Keywords:** flux-gate sensors, magnetometer systems, positioning.

УДК 621.319.4

*Б. И. Сибгатуллин*, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*B. I. Sibgatullin*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

*В. К. Барсуков*, кандидат технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*V. K. Barsukov*, PhD in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

РАСЧЕТ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ТАНТАЛОВЫХ КОНДЕНСАТОРОВ ИМПУЛЬСНЫМ ТОКОМ (**Calculation and simulation of transients during surge current test of tantalum capacitors**). – С. 115–120.

*Составлена математическая модель, описывающая переходные процессы при заряде танталового конденсатора. Выявлено влияние частотных характеристик танталового конденсатора на переходные процессы. Проведен анализ влияния схемы замещения танталового конденсатора на результаты расчета переходных процессов.*

*The mathematical model of transients during charging of tantalum capacitors is created. Transients are calculated using Mathcad. The effect of frequency response on transients is revealed. The effect of equivalent circuit of tantalum capacitors on results of transients calculation is analyzed.*

**Ключевые слова:** танталовый конденсатор, схема замещения, SPICE-модель, переходные процессы.

**Keywords:** tantalum capacitor, equivalent circuit of tantalum capacitor, SPICE modeling, transients, frequency response.

УДК 681.7.066

*Д. Н. Синявин*, инженер-исследователь, Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики (РФЯЦ-ВНИИЭФ) (*D. N. Sinyavin*, Research engineer, Russian Federal Nuclear Center)

*С. В. Тютин*, начальник группы, Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики (РФЯЦ-ВНИИЭФ) (*S. V. Tyutin*, Head of group, Russian Federal Nuclear Center)

*Д. А. Чапарин*, инженер-исследователь 2-й категории, Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики (РФЯЦ-ВНИИЭФ) (*D. A. Chaparin*, Research engineer, Russian Federal Nuclear Center)

*Т. Ю. Пономарева*, студентка, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*T. Yu. Ponomareva*, Student, Kalashnikov ISTU)

*В. В. Бесогонов*, кандидат технических наук, доцент, Институт механики УрО РАН, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*V. V. Besogonov*, PhD in Engineering, Associate Professor, Institute of Mechanics, UB RAS)

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА С БОЛЬШИМ ЭКВИВАЛЕНТНЫМ ФОКУСНЫМ РАССТОЯНИЕМ (**Measuring system with large equivalent focal length**). – С. 121–123.

*В работе приведен пример измерительной системы, использующей две длиннофокусные линзы и формирующей пучок высокой интенсивности при фокусировании семи пучков, согласованных по фазе.*

*This work presents the example of the measuring system, using two long-focal-length lenses and forming high intensity beam at focusing of seven beams coordinated on a phase.*

**Ключевые слова:** фокусирование лазерного излучения, длиннофокусные линзы.

**Keywords:** focusing of laser radiation, long-focal-length lenses.



УДК 623.544:681.78

Ю. К. Шелковников, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт механики УрО РАН (Yu. K. Shelkovnikov, DSc in Engineering, Professor, Chief Researcher, Institute of Mechanics, UB RAS)

ВЛИЯНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ЕМКОСТИ  $p$ - $n$ - $p$ -СТРУКТУРЫ ТЕЛЕВИЗИОННОГО СКАНИСТОРА НА ЕГО БЫСТРОДЕЙСТВИЕ (**Influence of nonlinear capacity of  $p$ - $n$ - $p$  structure of television scanistor on its performance**). – С. 124–127.

*В статье рассмотрено влияние паразитных емкостей  $p$ - $n$ -переходов сканистора на его коммутационное быстродействие. Получено выражение, описывающее влияние шунтирующей емкости фотодиодных ячеек на форму и амплитуду видеосигнала. Показано, что емкостные составляющие тока сканистора сужают полезную длину его фоточувствительной поверхности до величины ее центрального участка.*

*The paper describes the influence of stray capacities of scanistor  $p$ - $n$  junctions on its commutation response speed. The relation is obtained to characterize the influence of the parallel capacity of photodiode cells on video signal shape and amplitude. It is shown that capacity components of scanistor current are narrowing the useful length of its photosensitive surface to the value of its central segment.*

**Ключевые слова:** сканисторная структура, фотодиодная ячейка, зарядная и диффузионная емкости, видеосигнал, коммутационное быстродействие.

**Keywords:** scanistor structure, photodiode cell, charge and diffusion capacities, video signal, commutation response speed.

УДК 623.544:681.78

Ю. К. Шелковников, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт механики УрО РАН (Yu. K. Shelkovnikov, DSc in Engineering, Professor, Chief Researcher, Institute of Mechanics, UB RAS)

Н. И. Осипов, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт механики УрО РАН (N. I. Osipov, PhD in Engineering, Senior Researcher, Institute of Mechanics, UB RAS)

С. Р. Кизнерцев, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт механики УрО РАН (S. R. Kiznertsev, PhD in Engineering, Senior Researcher, Institute of Mechanics, UB RAS)

СТРЕЛКОВЫЙ ТРЕНАЖЕР НА ОСНОВЕ ТЕЛЕВИЗИОННОГО СКАНИСТОРА (**Shooting simulator based on television scanistor**). – С. 128–132.

*В статье рассмотрено применение телевизионного сканистора с  $\Pi$ -образной формой фоточувствительной поверхности и  $T$ -образной световой зоной лазерного излучателя в качестве датчика координат оптико-электронной мишени спортивного тренажера. Получено выражение для видеосигнала от  $T$ -образного светового пятна на сканисторе, позволяющее по временным местоположениям видеосигналов от трех световых зон определять координаты лазерного луча в плоскости объекта-мишени, а также учитывать погрешность от «свала» учебного оружия на некоторый угол.*

*The paper describes application of the television scanistor with  $\Pi$ -shape of photosensitive surface and  $T$ -shape of light zone of the laser emitter as the sensor for coordinates of optical electronic target of a sport trainer. The relation is obtained for the video signal from the  $T$ -shaped light spot on the scanistor. It allows determining the coordinates of the laser beam on the object-target plane according to time location of video signals from three light zones, and to account also the error of the training gun stall by a certain angle.*

**Ключевые слова:** стрелковый тренажер, телевизионный сканистор, лазерный излучатель, световая зона, видеосигнал.

**Keywords:** small-arms trainer, television scanistor, laser emitter, light zone, video signal.

## НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 502.656

В. А. Алексеев, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (V. A. Alekseyev, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

В. П. Усольцев, кандидат технических наук, ведущий инженер-электроник, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (V. P. Usoltsev, PhD in Engineering, Kalashnikov ISTU)

С. И. Юран, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (S. I. Yuran, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ АВАРИЙНЫМИ СБРОСАМИ В СИСТЕМАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД (**Computer-aided control of emergency dumps in sewage systems**). – С. 133–139.

*Проведены исследования по управлению аварийными сбросами неоднородной оптической плотности в системах очистки сточных вод для оперативного определения появления уровня загрязнения и устранения аварийных ситуаций. Доказана необходимость применения при разработке и настройке аппаратуры для выделения и контроля конкретных загрязнителей сточных вод математического аппарата проектирования проблемно ориентированных автоматизированных систем, учитывающего случайные параметры потока появления аварийных сгустков и длительность их протекания для конкретного очистного сооружения.*

*Researches are carried out to control the emergency dumps of non-uniform optical density in systems of sewage treatment for operative definition of occurrence, level of pollution and elimination of emergencies. When developing and adjusting the equipment to allocate and control specific sewage polluting substances, application of the mathematical apparatus of design problem oriented computer-aided systems was proved to be necessary. The applied mathematical apparatus should take into account random flow for appearing emergency clots and duration of their flow for specific sewage facilities.*

**Ключевые слова:** аварийный выброс загрязняющих веществ, аппаратура контроля, моделирование, мониторинг, оптическая плотность, сточные воды.

**Keywords:** emergency emission of polluting substances, control equipment, modeling, monitoring, optical density, sewage.

УДК 628.35:661.5

М. В. Свалова, кандидат технических наук, доцент, кафедры «Водоснабжение и водоподготовка» (M. V. Svalova, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU)

О. С. Чередникова, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (O. S. Cherednikova, Master's degree student, Kalashnikov ISTU)

К МЕТОДИКЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КИНЕТИКИ УДАЛЕНИЯ АЗОТА ИЗ СТОЧНЫХ ВОД (To methodology of investigating the kinetics of nitrogen removal from waste water). – С. 140–142.

*В работе исследуется влияние концентрации растворенного кислорода в иловой смеси нитрификатора на изменение аммонийного азота до нитратного и на степень окисления азота при одинаковых условиях. Исследования проводятся в лаборатории биотехнологий на пилотной установке биотенка с полимерной загрузкой.*

*We investigate the influence of dissolved oxygen concentration in the mixed liquor to change nitrifying ammonium nitrogen to nitrate and the degree of oxidation of nitrogen under the same conditions. Research was conducted in the laboratory of biotechnology. We use a laboratory model of the aeration tank with an attached growth.*

**Ключевые слова:** очистка сточных вод, нитрификация, биогенные элементы, аммонийный азот, эксперимент.

**Keyword:** wastewater treatment, nitrification, nutrients, ammonia nitrogen, experiment.

УДК 628.9(45)

В. А. Стародубцева, кандидат технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (V. A. Starodubtseva, PhD in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

НАРУЖНОЕ И АРХИТЕКТУРНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ГОРОДА ИЖЕВСКА КАК СРЕДА ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА (External and architectural lighting of Izhevsk as the human environment). – С. 143–148.

*Рассмотрена субъективная реакция человека на окружающую среду и основные факторы, влияющие на его поведение. Искусственное освещение является важным фактором жизнедеятельности человека и предполагает использование света не только для функционирования зрения, но и как средство для удовлетворения эстетических потребностей. Приведены примеры использования различных форм архитектурного освещения в городе Ижевске.*

*The work is dedicated to considering the subjective human reaction to environment and main factors influencing his behavior. Artificial lighting is the important factor of human activity and it implies application of light not only for functional vision but as a means of satisfying esthetic needs. Examples are given for application of various forms of architectural lighting in Izhevsk.*

**Ключевые слова:** восприятие, световая среда, наружное освещение, архитектурное освещение.

**Keywords:** perception, light environment, external lighting, architectural lighting.

## ЭНЕРГЕТИКА

УДК 621.384.6:539.1.07

И. Н. Ефимов, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (I. N. Efimov, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

Е. А. Морозов, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (E. A. Morozov, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

ПРЕЦИЗИОННЫЙ ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ МАГНИТНЫЙ УСКОРИТЕЛЬ (Precision high frequency magnetic accelerator). С. 149–151.

*Установка предназначена для получения большой плотности мощности потока заряженных частиц на мишени путем использования мощных источников, системы прецизионной фокусировки и ускорения потока заряженных частиц, что делает возможным применение ее в области ядерной физики и технологии. Одним из перспективных направлений является создание ускорителей, обеспечивающих условия протекания термоядерных процессов. В этом случае прогнозируемые параметры по электронному потоку соответствуют: энергия ускорения – 300 МэВ, длительность импульса –  $1,5 \cdot 10^{-8}$  с, энергия импульса – 45 Дж, мощность –  $3 \cdot 10^9$  Вт, плотность потока –  $10^{22}$  Вт·м<sup>-2</sup>. Функциональные возможности установки можно значительно расширить, если использовать ее как электронно-ионный микроскоп или в качестве источника  $\gamma$ -квантов и нейтронов.*

*The plant is designed for high power density stream of charged particles on the target by using the powerful sources, precision systems focus and expedite the flow of charged particles, which makes possible its use in the field of nuclear physics and technology. One of the promising directions is development of accelerators, providing the conditions of flow of thermonuclear processes. In this case, the estimated parameters for the electronic flow match are: energy accelerate - 300 MeV, pulse duration -  $1.5 \cdot 10^{-8}$ , pulse energy - 45 J, power -  $3 \cdot 10^9$  W, flux density -  $10^{22}$  W·m<sup>-2</sup>. Functionality can be greatly expanded, if used as electron-ion microscope or as a source of  $\gamma$ -rays and neutrons.*

**Ключевые слова:** заряженные частицы, энергия, ускорение, прецизионная фокусировка, магнитное поле, высокое разрешение.

**Keywords:** charged particles, energy, acceleration, precise focusing, magnetic field, thermonuclear processes.

УДК 697.317+62-533.66

А. В. Палагин, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (A. V. Palagin, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

Е. В. Корепанов, кандидат технических наук, доцент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (E. V. Korepanov, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU)

УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ ТЕПЛО-ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЯ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ (Controlling the system of building heat-cooling by alternative energy sources). С. 152–156.

*Рассматривается управление многокомпонентной (сложной) системой жизнеобеспечения здания с точки зрения современных тенденций системного анализа. Приведена поэтапная формализация (в первом приближении) задачи управления. В качестве математического аппарата системы управления предложена однослойная нейронная сеть. В контексте сложности задачи указаны достоинства и недостатки решения, рассмотрены некоторые аспекты фактической реализации данного подхода.*

*The article describes the process of controlling the multicomponent (complex) system of buildings life support with account of modern system analysis tendencies. Step-by-step formalization (as a rough approximation) of control task is given. A single-layer*

neural network is proposed as the math aid of the control system. Within the context of the task difficulty the pros and cons of the solution are pointed, several aspects of physical implementation of this approach are considered.

**Ключевые слова:** системный анализ, комплексная оценка, энергоэффективность, альтернативная энергетика, задача управления, тепловой насос.

**Keywords:** system analysis, complex rating, efficiency of energy supplying, alternative energy, control task, heat pump.

## НАНОТЕХНОЛОГИИ

УДК 691.327-431

С. А. Вологжанина, студентка, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (S. A. Vologzhanina, Student, Kalashnikov ISTU)

А. И. Политаева, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (A. I. Politaeva, Master's degree student, Kalashnikov ISTU)

Г. И. Яковлев, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (G. I. Yakovlev, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

**МОДИФИКАЦИЯ СОСТАВА ВИБРОПРЕССОВАННОГО БЕТОНА УЛЬТРА- И НАНОДИСПЕРСНЫМИ ДОБАВКАМИ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЫСОЛОВ (Modification of the vibro-compressed concrete with ultra- and nanodispersed additives to prevent the efflorescence).** – С. 157–162.

В данной работе исследовано влияние ультра- и нанодисперсных добавок на механизм высолообразования. Выявлено, что основной причиной появления «выцветов» на поверхности цементного камня является несвязный гидроксид кальция. В состав бетона добавлялись микрокремнезем МК-85, метакаолин, дисперсия многослойных углеродных нанотрубок. При введении добавок отмечается уплотнение цементной матрицы вследствие связывания свободного гидроксида кальция; а также повышение прочностных характеристик.

In this paper the effect of ultra- and nano-dispersed additives on the mechanism of efflorescence formation is investigated. It was revealed that the main cause of "efflorescence" on the surface of cement paste is unbound calcium hydroxide. The composition of concrete was added by silica fume МК-85, metakaolin, and dispersion of multilayer carbon nanotubes. Introduction additives led to compacted cement matrix due to binding of free calcium hydroxide; as well as to improvement of strength characteristics.

**Ключевые слова:** высолы, микрокремнезем, высокоактивный метакаолин, многослойные углеродные нанотрубки, гидросиликаты кальция.

**Keywords:** efflorescence, silica fume, highly active metakaolin, multiwall carbon nanotubes, calcium silicate hydrate.

УДК 691.545

О. В. Изряднова, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (O. V. Izryadnova, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

Г. И. Яковлев, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (G. I. Yakovlev, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

Т. А. Плеханова, кандидат технических наук, доцент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (T. A. Plekhanova, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU)

Л. З. Нуриева, студентка, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (L. Z. Nurieva, Student, Kalashnikov ISTU)

Н. В. Хрушкова, студентка, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (N. V. Khrushkova, Student, Kalashnikov ISTU)

А. Ф. Шайхалисламова, студентка, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (A. F. Shaykhalislamova, Student, Kalashnikov Kalashnikov ISTU)

**МОДИФИКАЦИЯ ЛЕГКОГО БЕТОНА НА ПЕРЛИТОВОМ ЗАПОЛНИТЕЛЕ УЛЬТРА- И НАНОДИСПЕРСНЫМИ ДОБАВКАМИ (Modification of lightweight concrete with perlite filler by ultra- and nanodisperse additives).** – С. 163–167.

Рассмотрено влияние полифункциональной добавки на основе дисперсии многослойных углеродных нанотрубок (МУНТ) в сочетании с микрокремнеземом (МК-85) в качестве модификатора при производстве изделий из гипсоцементно-пуццоланового вяжущего (ГЦПВ) с заполнителем из вспученного перлитового песка. Физико-химические исследования показали ее модифицирующие свойства на структуру ГЦПВ, что позволило улучшить прочностные характеристики легкого бетона. Проведенные исследования физико-механических показателей легкого бетона показали зависимость его свойств от содержания используемых ультра- и нанодисперсных добавок.

The paper describes the influence of the polyfunctional additive based on the dispersion of multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs) in combination with silica fume (NS-85) as a modifier in the manufacture of gypsum cement pozzolanic binder (GCPB) with aggregate of expanded perlite sand. Physical chemical studies have revealed its modifying influence on the GCPB structure, thus improving the strength characteristics of lightweight concrete. The carried out research of physical and mechanical properties of lightweight concrete showed the dependence of its properties on composition of applied ultra- and nanodisperse additives.

**Ключевые слова:** полифункциональная добавка, многослойные углеродные нанотрубки, дисперсия, гипсоцементно-пуццолановое вяжущее, вспученный перлит, легкий бетон, микрокремнезем, микроструктура.

**Keywords:** polyfunctional additive, multi-walled carbon nanotubes, dispersion, gypsum cement pozzolanic binder, expanded perlite, lightweight concrete, silica fume, microstructure.

УДК 536.2.083

О. Е. Каракулов, старший преподаватель кафедры «Физика и оплотехника», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (O. E. Karakulov, Senior Lecturer, Kalashnikov ISTU)

С. В. Бузилов, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Физика и оплотехника», ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (S. V. Buzilov, PhD (Physics and Mathematics), Kalashnikov ISTU)

**АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТИ СПЛАВОВ ИМПУЛЬСНЫМ МЕТОДОМ (Analysis of Errors When Measuring the Heat Diffusivity Coefficient of Alloys by Pulse Method).** – С. 168–171.

В работе проведен анализ методических погрешностей при измерении температуропроводности сплавов импульсным методом, описана экспериментальная установка для измерения коэффициента температуропроводности образцов различной формы.

*The paper presents the analysis of systematic errors when measuring the heat diffusivity of alloys by pulse method. Experimental stand for measuring the heat diffusivity coefficient for samples of various shape is also described.*

**Ключевые слова:** методические погрешности, коэффициент температуропроводности, импульсный метод, экспериментальная установка.

**Keywords:** systematic errors, heat diffusivity coefficient, pulse method, experimental stand.

УДК 691: 620.1

*В. Ф. Степанова*, доктор технических наук, профессор, заведующая лабораторией № 13 НИИЖБ им. А. А. Гвоздева ОАО «НИИЦ «Строительство» (*V. F. Stepanova*, DSc in Engineering, Professor, Gvozdev Research, Design and Technology Institute of Concrete and Reinforced Concrete)

*В. Н. Возмищев*, старший преподаватель, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*V. N. Voymishchev*, Senior lecturer, Kalashnikov ISTU)

*Н. В. Бегунова*, старший преподаватель, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*N. V. Begunova*, Senior lecturer, Kalashnikov ISTU)

**ВЛИЯНИЕ НАНОМОДИФИЦИРОВАННОГО СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРА COMPROPLAST НА ПОДВИЖНОСТЬ БЕТОННОЙ СМЕСИ (Influence of nano-modified COMPROPLAST additive on protective properties of concrete with respect to steel reinforcement).** – С. 172–175.

*В статье рассматривается пластифицирующая наномодифицированная добавка в бетон на основе лигносульфоната. Описываются испытания бетонных смесей с добавкой и без нее. Приведены результаты испытаний бетонных смесей с применением добавки Comproplast с целью выявления ее пластифицирующих и водоредуцирующих свойств.*

*The article discusses the additive to concrete on the basis of lignosulphonate. Electrochemical corrosion tests with and without the additive are described. Their results are given. The effect of additives on protective properties of concrete with respect to the steel reinforcement is revealed.*

**Ключевые слова:** пластифицирующая добавка, бетон, смесь, подвижность.

**Keywords:** plasticizer, concrete, concrete mix, electrochemical test.

УДК 691.545

*Г. И. Яковлев*, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*G. I. Yakovlev*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU)

*К. А. Кисляков*, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова (*K. A. Kislyakov*, Post-graduate, Kalashnikov ISTU)

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МОЛОТОГО БОЯ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ С НАНОМОДИФИЦИРУЮЩЕЙ ДОБАВКОЙ НА ОСНОВЕ МЕТАКАОЛИНА И ЭФИРА ПОЛИКАРБОКСИЛАТА (Building materials based on brick scrap with nanomodifying additive based on metakaolin and polycarboxylate ether).** – С. 176–178.

*Исследование по использованию молотого кирпичного боя для получения новых строительных материалов на основе цементных вяжущих и добавками высокоактивного метакАОлина с частицами наноразмерного уровня и добавки ETHACRYL.*

*The paper presents the research on application of milled brick scrap to obtain new construction materials based on cement binding agents and metakaolin additives with nanoparticles and Ethacryl additives.*

**Ключевые слова:** техногенные отходы, кирпичный бой, цементное вяжущее, высокоактивный метакАОлин, эфиры поликарбоксилатов.

**Keywords:** technological waste, scrap brick, cement binder, metakaolin, polycarboxylate ether.