

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

№3(31)
2025

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Севастопольский государственный университет»

Выходит 4 раза в год

ISSN 2658-4727

**АВТОМАТИЗАЦИЯ И
ИЗМЕРЕНИЯ В МАШИНО-
ПРИБОРОСТРОЕНИИ**
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Севастополь, 2025

Главный редактор
Филипович О.В., к.т.н., доц.
(г. Севастополь)
Заместитель главного
редактора
Балакин А.И., к.т.н., доц.
(г. Севастополь)
Научный редактор
Бохонский А.И., д.т.н., проф.
(г. Севастополь)

Редакционная коллегия
Вартанов М.В., д.т.н., проф.
(г. Москва)
Греков Н.А., д.т.н., проф.
(г. Севастополь)
Доронина Ю.В., д.т.н., доц.
(г. Севастополь)
Жмудь В.А., д.т.н., доц.,
(г. Новосибирск)
Краснодубец Л.А., д.т.н., проф.
(г. Севастополь)
Моисеев Д.В., д.т.н., доц.
(г. Севастополь)
Обжерин Ю.Е., д.т.н., проф.
(г. Севастополь)
Осипов К.Н., д.т.н., доц.
(г. Севастополь)
Песчанский А.И., д.т.н., проф.
(г. Севастополь)
Петрешин Д.И., д.т.н., проф.
(г. Брянск)
Прейс В.В., д.т.н., проф.
(г. Тула)
Щенятский А.В., д.т.н., проф.
(г. Севастополь)
Заморёнов М.В., к.т.н., доц.
(г. Севастополь)
Майстришин М.М., к.т.н., доц.
(г. Севастополь)
Рапацкий Ю.Л., к.т.н., доц.
(г. Севастополь)

СОДЕРЖАНИЕ

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

- Палаев С.В., Безуглый Н.Н., Черменева И.П.** Применение векторных баз данных для анализа компьютерных сетей предприятий 4
- Заморенов И.М., Моисеев Д.В., Заморенов М.В.** Анализ надежности измерительной подсистемы при автоматическом управлении параметрами микроклимата в производственных помещениях 15
- Молчанов Д.В.** Управление турбодетандером: сравнение традиционного PID-регулирования и моделей на основе машинного обучения 20

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

- Доронина Ю.В., Луцишин Т.О., Даниленко В.Е.** Алгоритмизация гетерогенной интеграции в автономных структурно нестационарных групп беспилотных объектов 31
- Мороз В.А., Моисеев Д.В.** Математическая модель расчета концентраций химических веществ брызгальных бассейнов ответственных потребителей АЭС 41
- Рубцов Ю.В.** Оценка метода машинного обучения для системы автоматизированного выбора компонентной базы для радиоэлектронной аппаратуры 47
- Варминская Н.И.** Асимптотическое свойство энергетического принуждения при моделировании оптимального движения объектов 60
- Заморёнов М.В., Моисеев Д.В., Малицкая А.А., Ченгарь О.В.** Верификация модели оценки надежности электродвигателя с учетом диагностики износа подшипников 66
- Чернега В.С., Арбузов И.А., Лушина В.С., Еременко С.А.** Измерение и моделирование влияния параметров тулиевого волоконного литотриптера на длительность дробления камней мочеоточника 72
- Филипович О.В.** Верификация модели селективной сборки двух элементов, учитывающей влияние погрешностей измерения на показатели процесса 81

ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ

- Волобуев К.А., Москалева В.М., Трубин И.В., Трубин В.Г.** Основы и некоторые особенности работы с цифровым осциллографом 87
- Липко И.Ю., Якунин Р.Д.** Определение размеров объектов по изображению путём их сопоставления с шахматной доской известного размера 103
- Балакина Н.А.** Анализ точности устройств размерной сортировки деталей 108

Подписной индекс научного журнала 85768 по интернет-каталогу «Пресса России».

Научный журнал входит в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук», утвержденный ВАК Минобрнауки РФ, по следующим научным специальностям:

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ производствами (технические науки);

2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды производствами (технические науки);

2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки).

Учредитель и издатель: ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» ул. Университетская, 33. Севастополь, 299053.

Editor-in-Chief

Filipovich O.V., candidate of technical sciences, docent (Sevastopol)

Deputy Editor-in-Chief

Balakin A.I., candidate of technical sciences, docent (Sevastopol)

Scientific Editor

Bokhonsky A.I., doctor of technical sciences, professor (Sevastopol)

Editorial Board

Vartanov M.V., doctor of technical sciences, professor (Moscow)

Grekov N.A., doctor of technical sciences, professor (Sevastopol)

Doronina Yu.V., doctor of technical sciences, docent (Sevastopol)

Zhmud V.A., doctor of technical sciences, docent (Novosibirsk)

Krasnodubets L.A., doctor of technical sciences, professor (Sevastopol)

Moiseev D.V., doctor of technical sciences, docent (Sevastopol)

Obzherin Yu.E., doctor of technical sciences, professor (Sevastopol)

Osipov K.N., doctor of technical sciences, docent (Sevastopol)

Peschanskiy A.I., doctor of technical sciences, professor (Sevastopol)

Petreshin D.I., doctor of technical sciences, professor (Bryansk)

Preis V.V., doctor of technical sciences, professor (Tula)

Schenyatsky A.V., doctor of technical sciences, professor (Sevastopol)

Zamoryonov M.V., candidate of technical sciences, docent (Sevastopol)

Maystrishin M.M., candidate of technical sciences, docent (Sevastopol)

Rapatsky Yu.L., candidate of technical sciences, docent (Sevastopol)

CONTENTS

AUTOMATION AND CONTROL OF PROCESSES AND PRODUCTIONS

- Palaev S.V., Bezuhliy N.N., Chermeneva I.P.** Application of vector databases for analysis of computer networks of enterprises **4**
- Zamoryonov I.M., Moiseev D.V., Zamoryonov M.V.** Reliability assessment of sensing systems in automated indoor climate control for industrial spaces **15**
- Molchanov D.V.** Turbo expander control: a comparison of traditional PID control and machine learning models **20**

MATHEMATICAL MODELLING, NUMERICAL METHODS AND SOFTWARE PACKAGES

- Doronina Yu.V., Lutsishin T.O., Danilenko V.E.** Algorithmization of heterogeneous integration in autonomous structurally unstable groups of unmanned objects **31**
- Moroz V.A., Moiseev D.V.** Mathematical model for calculating concentrations of chemicals in splash pools of responsible consumers of nuclear power plants **41**
- Rubtsov Yu.V.** Evaluation of the machine learning method for the automated selection system of component base radio-electronic equipment **47**
- Varminskaya N.I.** Energy enforcement asymptotic property in objects' optimal motion modeling **60**
- Zamoryonov M.V., Moiseev D.V., Malitskaya A.A., Chengar O.V.** Verification of an electric motor reliability assessment model with bearing wear diagnostics accounting **66**
- Chernega V.S., Arbuzov I.A., Lushina V.S., Eremenko S.A.** Measurement and modeling of the influence of thulium fiber lithotripter parameters on the duration of ureteral stone fragmentation **72**
- Filipovich O.V.** Verification of the model of selective assembly of two elements, taking into account the influence of measurement errors on the process indicators **81**

MEASURING INSTRUMENTS AND METHODS

- Volobuev K.A., Moskaleva V.M., Trubin I.V., Trubin V.G.** Basics and some features of working with a digital oscilloscope **87**
- Lipko I.U., Yakunin R.D.** Determining the size of objects in an image by comparing them with a chessboard of known size **103**
- Balakina N.A.** Accuracy analysis of dimensional sorting devices **108**

Subscription index of the scientific journal is 85768 according to the Internet catalogue "Press of Russia".

The scientific journal is included in the "List of peer-reviewed scientific editions, in which the main results of dissertations for the degree of Candidate of sciences, for the degree of Doctor of sciences should be published", approved by the Higher Attestation Commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, in the following scientific specialties:

1.2.2. Mathematical modeling, numerical methods and software packages

2.2.8. Methods and devices for monitoring and diagnostics of materials, products, substances and the natural environment

2.3.3. Automation and control of technological processes and productions

Founder and publisher: FSAEI HE «Sevastopol State University» ul. Universitetskaya, 33. Sevastopol, 299053.

© FSAEI HE «Sevastopol State University»

© Authors of the articles

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕКТОРНЫХ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИЗА КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ

Палаев С.В.¹, Безуглый Н.Н.², Черменева И.П.³

APPLICATION OF VECTOR DATABASES FOR ANALYSIS OF COMPUTER NETWORKS OF ENTERPRISES

Palaev S.V.¹, Bezuhliy N.N.², Chermeneva I.P.³

Аннотация. Рассматривается применение векторных баз данных для анализа компьютерных сетей предприятий, а также их ключевые преимущества, методы интеграции в существующие системы и примеры успешного использования. Исследованы технологии векторных баз данных, которые могут способствовать улучшению безопасности, увеличению эффективности и повышению устойчивости компьютерных сетей предприятий.

Abstract. The application of vector databases for the analysis of enterprise computer networks is considered, as well as their key advantages, methods of integration into existing systems and examples of successful use. Vector database technologies that can contribute to improving security, increasing efficiency and increasing the sustainability of enterprise computer networks are studied.

Ключевые слова. Векторная база данных, сетевая инфраструктура, анализ данных, преобразование данных.

Keywords. Vector database, network infrastructure, data analysis, data transformation.

¹Палаев Сергей Васильевич, канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой, spalaiev@yahoo.com, Россия, Севастополь, Черноморское высшее военно-морское училище имени П.С. Нахимова

²Безуглый Николай Николаевич, канд. техн. наук, доц., доцент, mmbez58@mail.ru, Россия, Севастополь, Черноморское высшее военно-морское училище имени П.С. Нахимова

³Черменева Ирина Петровна, старший преподаватель, stihya-07@yandex.ru, Россия, Севастополь, Черноморское высшее военно-морское училище имени П.С. Нахимова

Palaev Sergey Vasilevich, Candidate of Technical Sciences, Docent, Head of Department, spalaiev@yahoo.com, Russia, Sevastopol, Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov

Bezuhliy Nicolay Nicolaevich, Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate Professor, mmbez58@mail.ru, Russia, Sevastopol, Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov

Chermeneva Irina Petrovna, Senior Lecturer, stihya-07@yandex.ru, Russia, Sevastopol, Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМЫ ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ ПАРАМЕТРАМИ МИКРОКЛИМАТА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Заморёнов И.М.¹, Моисеев Д.В.², Заморёнов М.В.³

RELIABILITY ASSESSMENT OF SENSING SYSTEMS IN AUTOMATED INDOOR CLIMATE CONTROL FOR INDUSTRIAL SPACES

Zamoryonov I.M.¹, Moiseev D.V.², Zamoryonov M.V.³

Аннотация. Построена марковская модель функционирования автоматической системы контроля микроклимата производственных помещений с учетом отказов датчиков температуры, влажности и загазованности. Составлена и решена система уравнений Колмогорова для нахождения финальных вероятностей пребывания системы в состоянии, которая позволяет определять процентное соотношение времени точного соответствия условий микроклимата производственных помещений требованиям СНиП.

Abstract. A Markov model of the functioning of an automatic microclimate control system for industrial premises has been constructed, taking into account failures of temperature, humidity, and gas sensors. A system of Kolmogorov equations has been formulated and solved to determine the final probabilities of the system being in various states, which allows for calculating the percentage of time the microclimate conditions in industrial premises precisely comply with the requirements of building codes and regulations (SNiP).

Ключевые слова. Марковская модель, микроклимат, датчики, надежность.

Keywords. Markov model, microclimate, sensors, reliability.

¹Заморёнов Илья Михайлович, ассистент, ilia.zamoryonov@gmail.com, Россия, Севастополь, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

²Моисеев Дмитрий Владимирович, д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой, dvmoiseev@mail.sevsu.ru, Россия, Севастополь, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

³Заморёнов Михаил Вадимович, канд. техн. наук, доц., доцент, zamoryonoff@gmail.com, Россия, Севастополь, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Zamoryonov Ilia Mikhailovich, Assistant, ilia.zamoryonov@gmail.com, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Moiseev Dmitry Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Docent, Head of Department, dvmoiseev@mail.sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Zamoryonov Mikhail Vadimovich, Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate Professor, zamoryonoff@gmail.com, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

УПРАВЛЕНИЕ ТУРБОДЕТАНДЕРОМ: СРАВНЕНИЕ ТРАДИЦИОННОГО PID-РЕГУЛИРОВАНИЯ И МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Молчанов Д.В.¹

TURBO EXPANDER CONTROL: A COMPARISON OF TRADITIONAL PID CONTROL AND MACHINE LEARNING MODELS

Molchanov D.V.¹

Аннотация. Исследуется управление турбодетандером с целью повышения его эффективности при снижении давления газа. Сравниваются два подхода: классический PID-регулятор и управление на основе многослойного персептрона (MLP). Анализ проводится в контексте работы турбодетандера как части системы подогревателя газа, с учётом точности регулирования давления, времени отклика и устойчивости к изменению входных параметров. Разработана математическая модель системы, выполнены численные эксперименты в стационарных и динамических режимах. Результаты показывают, что PID-регулятор надёжен в стабильных условиях, но плохо адаптируется к изменениям, вызывая колебания. В свою очередь, модель MLP обеспечивает более высокую точность, быстрый отклик и лучшую адаптацию к изменяющимся условиям. Сделан вывод о преимуществе MLP для управления турбодетандером в динамических режимах. Полученные данные могут быть использованы при создании более эффективных систем управления.

Abstract. The article studies the control of a turboexpander using a sensor measuring its efficiency when gas pressure decreases. Two connections are compared: a classic PID controller and control based on a multilayer perceptron (MLP). The analysis is carried out in the fifth work of a turboexpander as a part of a gas heater system, taking into account the accuracy of pressure control, response time and stability to determine the input parameters. A mathematical model of the system is developed, conducting numerical experiments in stationary and moving modes. The results show that the PID controller is reliable in stable conditions, but poorly adapts to changes that cause oscillations. In turn, the MLP model provides higher accuracy, fast response and fast adaptation to changing conditions. A conclusion is made about the advantages of MLP for controlling a turboexpander in moving modes. The data obtained can be used to create more efficient control systems.

Ключевые слова. Турбодетандер, PID-регулятор, машинное обучение, многослойный персептрон, управление давлением, численные эксперименты, адаптивное управление, колебания, перерегулирование, время отклика.

Keywords. Turboexpander, PID controller, machine learning, multilayer perceptron, pressure control, numerical experiments, adaptive control, oscillations, overshoot, response time.

¹Молчанов Дмитрий Вадимович, аспирант, dmitry.mol4anov@yandex.ru, Россия, Саратов, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Molchanov Dmitry Vadimovich, Postgraduate Student, dmitry.mol4anov@yandex.ru, Russia, Saratov, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ГЕТЕРОГЕННОЙ ИНТЕГРАЦИИ В АВТОНОМНЫХ СТРУКТУРНО НЕСТАЦИОНАРНЫХ ГРУПП БЕСПИЛОТНЫХ ОБЪЕКТОВ

Доронина Ю.В.¹, Луцишин Т.О.², Даниленко В.Е.³

ALGORITHMIZATION OF HETEROGENEOUS INTEGRATION IN AUTONOMOUS STRUCTURALLY UNSTABLE GROUPS OF UNMANNED OBJECTS

Doronina Yu.V.¹, Lutsishin T.O.², Danilenko V.E.³

Аннотация. Рассматривается алгоритмический подход к моделированию структурно нестационарных беспилотных групп объектов; определяются особенности структурной дифференциации автономных групп в рамках классификации видов стратегий их поведения. Предложены основные принципы выбора из ансамбля алгоритмов поведения автономной беспилотной группы объектов, что позволило реализовать ряд экспериментов по гетерогенной интеграции элементов таких групп. Реализована гибридная полимодель на основе инструментов Python и Matlab.

Abstract. An algorithmic approach to modeling structurally unstable unmanned groups of objects is considered; the features of the structural differentiation of autonomous groups within the framework of the classification of types of strategies of their behavior are determined. The basic principles of choosing from an ensemble of algorithms for the behavior of an autonomous unmanned group of objects are proposed, which made it possible to implement a number of experiments on the heterogeneous integration of elements of such groups. Implemented a hybrid poly model based on Python and Matlab tools.

Ключевые слова. Беспилотный объект, автономная группа, структурно нестационарная группа, алгоритмизация поведения.

Keywords. Unmanned object, autonomous group, structurally unstable group, algorithmization of behavior.

¹Доронина Юлия Валентиновна, д-р техн. наук, доц., профессор, YVDoronina@sevsu.ru, Россия, Севастополь, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

²Луцишин Татьяна Олеговна, студент, Россия, Севастополь, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

³Даниленко Вадим Евгеньевич, студент, Россия, Севастополь, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Doronina Yulia Valentinovna, Doctor of Technical Sciences, Docent, Professor, YVDoronina@sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Lutsishin Tatyana Olegovna, Student, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Danilenko Vadim Evgenievich, Student, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИЙ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ БРЫЗГАЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ АЭС

Мороз В.А.¹, Моисеев Д.В.²

MATHEMATICAL MODEL FOR CALCULATING CONCENTRATIONS OF CHEMICALS IN SPLASH POOLS OF RESPONSIBLE CONSUMERS OF NUCLEAR POWER PLANTS

Moroz V.A.¹, Moiseev D.V.²

Аннотация. В статье рассматривается проблема моделирования сложных процессов, развивающихся в брызгальных бассейнах АЭС. Авторами теоретически обоснована структура усовершенствованного мониторинга качества воды систем оборотного водоснабжения на основе системного анализа техно-экосистемы АЭС с использованием методов математического моделирования. Обоснованы в рамках теоретической гидравлики системы уравнений в частных производных, отображающие законы сохранения массы воды (оборотной) и примесей. Получены с использованием численных методов решения уравнения динамики концентраций веществ примесей. Особенностью данного подхода является то, что при использовании развернутых во времени данных натурных измерений относительно концентраций контролируемых веществ автоматически реализуются такие существенные аспекты математической модели, как ее калибровка и верификация.

Abstract. The article discusses the problem of modeling complex processes developing in the catchment areas of nuclear power plants. The authors theoretically substantiate the structure of improved water quality monitoring in recycled water supply systems based on a systematic analysis of the techno-ecosystem of nuclear power plants using mathematical modeling methods. Systems of partial differential equations reflecting the laws of conservation of the mass of water (circulating) and impurities are substantiated within the framework of theoretical hydraulics. Obtained using numerical methods to solve the equation of dynamics of concentrations of impurity substances. A special feature of this approach is that when using field measurement data deployed over time relative to the concentrations of controlled substances, such essential aspects of the mathematical model as its calibration and verification are automatically implemented.

Ключевые слова. Математические модели потоков энергии, модели теплообмена, описания изменения температуры воды, водные экосистемы атомных станции.

Keywords. Mathematical models of energy flows, heat transfer models, descriptions of water temperature changes, and aquatic ecosystems of nuclear power plants.

¹Мороз Владимир Анатольевич, соискатель, Россия, Севастополь, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

²Моисеев Дмитрий Владимирович, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, dvmoiseev@mail.sevsu.ru, Россия, Севастополь, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Moroz Vladimir Anatolyevich, Applicant, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Moiseev Dmitry Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department, dvmoiseev@mail.sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

ОЦЕНКА МЕТОДА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВЫБОРА КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Рубцов Ю.В.¹

EVALUATION OF THE MACHINE LEARNING METHOD FOR THE AUTOMATED SELECTION SYSTEM OF COMPONENT BASE RADIO-ELECTRONIC EQUIPMENT

Rubtsov Yu.V.¹

Аннотация. Предложены и исследованы методы машинного обучения для систем автоматизированного выбора электронной компонентной базы при разработке радиоэлектронной аппаратуры. Предложены алгоритмы соответствующего программного обеспечения. Предложены методы проверки полученных результатов с помощью набора обоснованных метрик оценки моделей. Идеи и разработанное программное обеспечение апробированы и внедрены в электронной промышленности на предприятии ЦКБ «Дейтон».

Abstract. Machine learning methods automated selection systems of electronic component base in the development of electronic equipment are proposed and investigated. Algorithms for the corresponding software are proposed. Methods for checking the obtained results using a set of justified metrics for evaluating models are proposed. Ideas and the developed software have been tested and implemented in the electronics industry at the Central Design Bureau "Dayton".

Ключевые слова. Информационная система, искусственный интеллект, электроника, компонентная база, системный анализ, принятие решений, управление основными данными, MDM.

Keywords. Information system, artificial intelligence, electronics, component base, system analysis, decision making, master data management, MDM.

¹Рубцов Юрий Васильевич, генеральный директор, Rubtsov@Deyton.ru, Россия, Москва, Зеленоград, АО «ЦКБ «Дейтон»

Rubtsov Yuri Vasilievich, General Director of, Rubtsov@Deyton.ru, Russia, Moscow, Zelenograd, JSC Central Design Bureau Dayton

АСИМПТОТИЧЕСКОЕ СВОЙСТВО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРИНУЖДЕНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ОПТИМАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

Варминская Н.И.¹

ENERGY ENFORCEMENT ASYMPTOTIC PROPERTY IN OBJECTS' OPTIMAL MOTION MODELING

Varminskaya N.I.¹

Аннотация. Показана аналогия между принципом наименьшего принуждения и минимальным энергетическим принуждением при моделировании управляемого движения типа «разгон-торможение». Моделирование целенаправленных движений приводит к экономии энергии, что подтверждается приведенными примерами конструирования управлений (с наименьшим энергетическим принуждением) согласно алгоритму полной обратной задачи вариационного исчисления. На основании ранее выполненных и опубликованных исследований обращено внимание на актуальность полученных результатов и их практическое значение.

Abstract. The analogy between the least coercion principle and minimum energy enforcement in the acceleration-deceleration controlled motion modeling is shown. Modeling of targeted motions leads to energy savings that is confirmed by the given controls' designing examples (with the least energy coercion) according to the algorithm of the complete inverse problem of variational calculus. Based on previously performed and published studies, attention is drawn to the relevance of the obtained results and their practical significance.

Ключевые слова. Вариационное исчисление, полная обратная задача, принцип наименьшего принуждения, снижение энергоемкости целенаправленного движения, реверсионный принцип оптимальности (РПО), оптимальное управление, движение типа «разгон-торможение».

Keywords. Variational calculus, complete inverse problem, least coercion principle, energy consumption reduction of purposeful motion, reversal principle of optimality (RPO), optimal control, acceleration-deceleration type motion.

¹Варминская Наталья Ивановна, канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой, nvarminska@gmail.com, Россия, Севастополь, Черноморское высшее военно-морское училище имени П.С. Нахимова

Varminskaya Natalia Ivanovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Department, nvarminska@gmail.com, Russia, Sevastopol, Black Sea Higher Naval School named after P.S. Nakhimov

ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С УЧЕТОМ ДИАГНОСТИКИ ИЗНОСА ПОДШИПНИКОВ

Заморёнов М.В.¹, Моисеев Д.В.², Малицкая А.А.³, Ченгарь О.В.⁴

VERIFICATION OF AN ELECTRIC MOTOR RELIABILITY ASSESSMENT MODEL WITH BEARING WEAR DIAGNOSTICS ACCOUNTING

Zamoryonov M.V.¹, Moiseev D.V.², Malitskaya A.A.³, Chengar O.V.⁴

Аннотация. В статье при помощи среды имитационного моделирования AnyLogic строится имитационная модель оценки надежности промышленного электродвигателя с учетом диагностики износа подшипников. Путем проведения сравнения результатов имитационного и аналитического моделирования проводится верификация аналитической и имитационной моделей оценки надежности промышленного электродвигателя с учетом диагностики износа подшипников. Производится расчет коэффициента готовности исследуемой системы.

Abstract. The article presents the development of a simulation model for reliability assessment of an industrial electric motor, incorporating bearing wear diagnostics, using the AnyLogic simulation environment. Verification of both analytical and simulation models for reliability evaluation of the industrial electric motor is performed through comparative analysis of simulation and analytical modeling results. The system's availability factor is calculated.

Ключевые слова. Промышленный электродвигатель, имитационная модель, верификация модели, коэффициент готовности.

¹Заморёнов Михаил Вадимович, канд. техн. наук, доц., доцент, mvzamoryonov@mail.sevsu.ru, Россия, Севастополь, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

²Моисеев Дмитрий Владимирович, д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой, dvmoiseev@mail.sevsu.ru, Россия, Севастополь, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

³Малицкая Александра Александровна, старший преподаватель, malitskaya@mail.sevsu.ru, Россия, Севастополь, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

⁴Ченгарь Ольга Васильевна, канд. техн. наук, доц., доцент, ovchengar@mail.sevsu.ru, Россия, Севастополь, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Zamoryonov Mikhail Vadimovich, Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate Professor, mvzamoryonov@mail.sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Moiseev Dmitry Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Docent, Head of Department, dvmoiseev@mail.sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Malitskaya Alexandra Alexandrovna, Senior Lecturer, malitskaya@mail.sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Chengar Olga Vasilevna, Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate Professor, ovchengar@mail.sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

ИЗМЕРЕНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТУЛИЕВОГО ВОЛОКОННОГО ЛИТОТРИПТЕРА НА ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ДРОБЛЕНИЯ КАМНЕЙ МОЧЕТОЧНИКА

Чернега В.С.¹, Арбузов И. А.², Лушина В.С.³, Еременко С.А.⁴

MEASUREMENT AND MODELING OF THE INFLUENCE OF THULIUM FIBER LITHOTRIPTER PARAMETERS ON THE DURATION OF URETERAL STONE FRAGMENTATION

Chernega V.S.¹, Arbuzov I.A.², Lushina V.S.³, Eremenko S.A.⁴

Аннотация. Описан способ измерения длительности дробления мочевого камня при контактной лазерной литотрипсии, основанный на измерении суммарной энергии, затраченной на дробление камня и частоты, и энергии лазерных импульсов, а также приведены данные измерений времени дробления тулиевым волоконным лазером в клинических условиях. Обоснована целесообразность использования при оценке эффективности дробления использовать вместо скорости дробления величину удельной потери массы камня на единицу энергии импульса. Экспериментально определено, что среднее значение удельной потери массы камня на 1 джоуль энергии составляет $0,291 \pm 0,015$ мг/Дж при использовании режима «Фрагментация» и $0,068 \pm 0,017$ мг/Дж при использовании режима «Распыление». Приведены результаты моделирования процесса длительности дробления мочевого камня при варьировании энергии и частоты импульсов.

Abstract. The article describes a method for measuring the duration of urinary stone fragmentation in contact laser lithotripsy based on measuring the total energy spent on stone fragmentation and the frequency and energy of laser pulses, and also provides data on the fragmentation time measured with a thulium fiber laser in clinical conditions. The expediency of using the specific stone mass loss per unit of pulse energy instead of the fragmentation rate when assessing the fragmentation efficiency is substantiated. It has been experimentally determined that the average value of the specific stone mass loss per 1 joule of energy is 0.291 ± 0.015 mg/J when using the Fragmentation mode and 0.068 ± 0.017 mg/J when using the Dusting mode. The results of modeling the duration of urinary stone fragmentation with varying pulse energy and frequency are presented.

Ключевые слова. Лазеры в медицине, контактная лазерная литотрипсия, длительность дробления, параметры лазерных импульсов.

Keywords. Lasers in medicine, contact laser lithotripsy, fragmentation duration, laser pulse parameters.

¹Чернега Виктор Степанович, канд. техн. наук, доц., доцент, v_chernega@rambler.ru, Россия, Севастополь, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

²Арбузов Игорь Анатольевич, заведующий отделением, arbuzov-007@mail.ru, Россия, Севастополь, ГБУЗ С «Городская больница №9»

³Лушина Виктория Сергеевна, ассистент, vsyanovskaya@mail.sevsu.ru, Россия, Севастополь, ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет

⁴Еременко Сергей Алексеевич, студент, seryivol@gmail.com, Россия, Краснодар, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

Chernega Viktor Stepanovich, Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate Professor, v_chernega@rambler.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Arbuzov Igor Anatolyevich, Head of Department, arbuzov-007@mail.ru, Russia, Sevastopol, City Hospital No. 9

Lushina Victoria Sergeevna, Assistant, vsyanovskaya@mail.sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Eremenko Sergey Alekseevich, Student, seryivol@gmail.com, Russia, Krasnodar, Kuban State Technological University

ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ СЕЛЕКТИВНОЙ СБОРКИ ДВУХ ЭЛЕМЕНТОВ, УЧИТЫВАЮЩЕЙ ВЛИЯНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА

Филипович О.В.¹

VERIFICATION OF THE MODEL OF SELECTIVE ASSEMBLY OF TWO ELEMENTS, TAKING INTO ACCOUNT THE INFLUENCE OF MEASUREMENT ERRORS ON THE PROCESS INDICATORS

Filipovich O.V.¹

Аннотация. Рассматривается процесс селективной сборки двух элементов. Для анализа и синтеза сборочного процесса используются метод и математическая модель, учитывающие стохастичность параметров и влияние погрешностей измерений на этап сортировки. На конкретном примере производится сравнение результатов определения показателей процесса с известной моделью, адекватность которой подтверждена данными экспериментальных исследований.

Abstract. The process of selective assembly of two elements is considered. To analyze and synthesize the assembly process, a method and a mathematical model are used, taking into account the stochasticity of parameters and the influence of measurement errors on the sorting stage. On a concrete example, the results of determining the process parameters are compared with the known model, the adequacy of which is confirmed by the data of experimental research.

Ключевые слова. Однопараметрическая селективная сборка, математическая модель, погрешность измерения, верификация.

Keywords. Single-parameter selective assembly, mathematical model, measurement error, verification.

¹Филипович Олег Викторович, канд. техн. наук, доц., доцент, ophis1@yandex.ru, Россия, Севастополь, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Filipovich Oleg Viktorovich, Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate Professor, ophis1@yandex.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

ОСНОВЫ И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С ЦИФРОВЫМ ОСЦИЛЛОГРАФОМ

Волобуев К.А.¹, Москалева В.М.², Трубин И.В.³, Трубин В.Г.⁴

BASICS AND SOME FEATURES OF WORKING WITH A DIGITAL OSCILLOSCOPE

Volobuev K.A.¹, Moskaleva V.M.², Trubin I.V.³, Trubin V.G.⁴

Аннотация. Неотъемлемой частью научно-исследовательской деятельности является проблема измерения и анализа различных сигналов. Часто для визуального анализа сигналов применяются специализированные инструменты – осциллографы. Эти устройства дают возможность наблюдать за изменением формы сигнала с течением времени. Рассматриваются основы и некоторые особенности работы с цифровым осциллографом, которые могут быть неочевидны как для начинающих, так и для опытных пользователей. Рассказывается о параметрах, влияющих на работу осциллографа. Также приводится базовая информация о заземлении и рассматриваются различные варианты гальванической развязки приборов. Статья полезна студентам, научным сотрудникам, инженерам, аспирантам, желающим подробнее узнать о некоторых технических особенностях работы с цифровыми осциллографами.

Abstract. An integral part of scientific research is the problem of measuring and analyzing various signals. Often, specialized tools - oscilloscopes - are used for visual analysis of signals. These devices make it possible to observe changes in the shape of a signal over time. The article discusses the basics and some features of working with a digital oscilloscope, which may not be obvious to both beginners and experienced users. It describes the parameters that affect the operation of the oscilloscope. It also provides basic information on grounding and discusses various options for galvanic isolation of devices. The article is useful for students, researchers, engineers, and graduate students who want to learn more about some technical features of working with digital oscilloscopes.

Ключевые слова. Цифровой осциллограф, щупы осциллографа, переменная/постоянная составляющие, заземление, изолированные и неизолированные каналы, гальваническая развязка, трансформаторная гальваническая развязка, батарейное питание.

Keywords. Digital oscilloscope, oscilloscope probes, AC/DC component, grounding, isolated and non-isolated channels, galvanic isolation, transformer galvanic isolation, battery power.

¹Волобуев Кирилл Андреевич, студент, kirya.volobuev@mail.ru, Россия, Новосибирск, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»

²Москалева Виолетта Михайловна, студент, violetta.moskaleva@mail.ru, Россия, Новосибирск, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»

³Трубин Игорь Витальевич, старший преподаватель, i.trubin@corp.nstu.ru, Россия, Новосибирск, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»

⁴Трубин Виталий Геннадьевич, старший преподаватель, trubin@corp.nstu.ru, Россия, Новосибирск, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»

Volobuev Kirill Andreevich, Student, kirya.volobuev@mail.ru, Russia, Novosibirsk, Novosibirsk State Technical University

Moskaleva Violetta Mikhailovna, Student, violetta.moskaleva@mail.ru, Russia, Novosibirsk, Novosibirsk State Technical University

Trubin Igor Vitalievich, Senior Lecturer, i.trubin@corp.nstu.ru, Russia, Novosibirsk, Novosibirsk State Technical University

Trubin Vitaly Gennadievich, Senior Lecturer, trubin@corp.nstu.ru Russia, Novosibirsk, Novosibirsk State Technical University

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ОБЪЕКТОВ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ ПУТЁМ ИХ СОПОСТАВЛЕНИЯ С ШАХМАТНОЙ ДОСКОЙ ИЗВЕСТНОГО РАЗМЕРА

Липко И.Ю.¹, Якунин Р.Д.²

DETERMINING THE SIZE OF OBJECTS IN AN IMAGE BY COMPARING THEM WITH A CHESSBOARD OF KNOWN SIZE

Lipko I.U.¹, Yakunin R.D.²

Аннотация. Статья посвящена задаче измерения размеров объектов на фотографии путём сопоставления их размеров на фотографии и реальных размеров. Для этого используется специальная маркерная доска с шахматной разливкой. Это позволяет достаточно хорошо определять её положение на изображении и размеры. Основная трудность состоит в учёте геометрических искажений объектов и их расположение относительно камеры. Приводятся результаты применения метода на изображениях 4K-размером. Выявлено, что при расстоянии от маркера до 2 метров средняя погрешность равна 10 см. При увеличении расстояния погрешность увеличивается.

Abstract. The article is devoted to the problem of measuring the size of objects in a photo by comparing their sizes in a photo and their actual sizes. For this purpose, a special checkerboard marker board is used. This allows you to determine its position in the image and its dimensions quite well. The main difficulty is taking into account the geometric distortions of objects and their location relative to the camera. The results of applying the method on 4K-sized images are presented. It was revealed that the average error is 10 cm at the distance of up to 2 meters from the marker. As the distance increases, the error increases.

Ключевые слова. Изображение, измерение расстояния, измерение размеров, шахматная доска.

Keywords. Image, distance measurement, dimension measurement, chessboard.

¹Липко Иван Юрьевич, старший преподаватель, ivanlipko@yandex.ru, Россия, Севастополь, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

²Якунин Роман Денисович, ассистент, R DYakunin@sevsu.ru, Россия, Севастополь, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Lipko Ivan Urievich, Senior Lecturer, ivanlipko@yandex.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

Yakunin Roman Denisovich, Assistant, R DYakunin@sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University

АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ УСТРОЙСТВ РАЗМЕРНОЙ СОРТИРОВКИ ДЕТАЛЕЙ

Балакина Н.А.¹

ACCURACY ANALYSIS OF DIMENSIONAL SORTING DEVICES

Balakina N.A.¹

Аннотация. Приводятся схемы высокоточных средств контроля геометрических параметров деталей, методики расчета погрешности измерения, сортировки и допускаемой погрешности измерительных преобразователей. Проведен анализ метрологических характеристик индуктивных и сортировочных фотоэлектрических преобразователей и соответствие их погрешности измерения допускаемой величине. Рассмотрены технические характеристики автоматов и установлено, что не все модели контрольно-сортировочных автоматов удовлетворяют условию разноразмерности деталей в группах сортировки. Обоснована необходимость применения многократных измерений для повышения точности сортировки деталей и снижения величины разноразмерности.

Abstract. Schemes of high-precision means of control of geometrical parameters of parts, methods of calculation of measurement error, sorting, tolerance error of measuring transducers are given. The metrological characteristics of inductive and sorting photoelectric converters and the compliance of their measurement error with the tolerance value are analyzed. The technical characteristics of automata are considered and it is established that not all models of control and sorting automata satisfy the condition of different sizes of parts in sorting groups. The necessity of application of multiple measurements to increase the accuracy of parts sorting and to reduce the value of different sizes has been substantiated.

Ключевые слова. Измерение, сортировка, преобразователь, интервал сортировки, разноразмерность, погрешность, контрольно-сортировочный автомат.

Keywords. Measurement, sorting, transducer, sorting interval, diversity, uncertainty, sorting control machine.

¹Балакина Наталья Анатольевна, старший преподаватель, ANBalakina@mail.sevsu.ru, Россия, Севастополь, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Balakina Natalia Anatolievna, Senior Lecturer, ANBalakina@mail.sevsu.ru, Russia, Sevastopol, Sevastopol State University