

ISSN 2072-8964

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

3 (131) 2022

№ 3(131) 2022

Издается с 2002 года. Выходит 6 раз в год

Учредитель – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» (ОГУ имени И.С. Тургенева)

*Главный редактор*

Константинов И.С.

*Редколлегия*

Аверченков В.И. (Брянск, Россия)  
Еременко В.Т. (Орел, Россия)  
Иванников А.Д. (Москва, Россия)  
Подмастерьев К.В. (Орел, Россия)  
Поляков А.А. (Москва, Россия)  
Савина О.А. (Орел, Россия)  
Раков В.И. (Орел, Россия)

*Сдано в набор 15.04.2022 г.  
Подписано в печать 26.04.2022 г.  
Дата выхода в свет 30.06.2022 г.  
Формат 70x108 / 16.  
Усл. печ. л. 7,5. Тираж 300 экз.  
Цена свободная  
Заказ №*

*Отпечатано с готового оригинал-макета  
на полиграфической базе  
ФГБОУ ВО «ОГУ им. И.С. Тургенева»  
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95*

*Подписной индекс 15998  
по объединенному каталогу  
«Пресса России»*

*на сайтах [www.pressa-rf.ru](http://www.pressa-rf.ru) и [www.akc.ru](http://www.akc.ru)*

**Материалы статей печатаются в авторской редакции.  
Право использования произведений предоставлено  
авторами на основании п. 2 ст. 1286 Четвертой части  
ГК РФ.**

Журнал входит в **Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий**, определенных ВАК для публикации трудов на соискание ученых степеней кандидатов и докторов наук.

**Рубрики номера**

1. Математическое и компьютерное моделирование.....5-28
2. Информационные технологии в социально-экономических и организационно-технических системах .....29-74
3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.....75-83
4. Телекоммуникационные системы и компьютерные сети.....84-110
5. Информационная безопасность и защита информации.....111-130

*Редакция*

Н.Ю. Федорова  
А.А. Митин

*Адрес издателя журнала*

302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95  
(4862) 75-13-18; [www.oreluniver.ru](http://www.oreluniver.ru);  
E-mail: [info@oreluniver.ru](mailto:info@oreluniver.ru)

*Адрес редакции*

302020, Орловская область, г. Орел,  
Наугорское шоссе, 40  
(4862) 43-49-56; [www.oreluniver.ru](http://www.oreluniver.ru);  
E-mail: [Fedorovanat57@mail.ru](mailto:Fedorovanat57@mail.ru)

*Зарег. в Федеральной службе по надзору в сфере  
связи, информационных технологий  
и массовых коммуникаций.  
Св-во о регистрации средства массовой информации  
ПИ №ФС 77-67168  
от 16 сентября 2016 г.*

© ОГУ имени И.С. Тургенева, 2022

# Information Systems and Technologies

Scientific and technical journal

№ 3(131) 2022

The journal is published since 2002, leaves six times a year  
The founder – Orel State University named after I.S. Turgenev

*Editor-in-chief*

Konstantinov I.S.

*Editorial board*

Averchenkov V.I. (Bryansk, Russia)  
Eremenko V.T. (Orel, Russia)  
Ivannikov A.D. (Moscow, Russia)  
Podmasteriev K.V. (Orel, Russia)  
Polyakov A.A. (Moscow, Russia)  
Savina O.A. (Orel, Russia)  
Rakov V.I. (Orel, Russia)

*It is sent to the printer's on 15.04.2022*

*26.04.2022 is put to bed*

*Date of publication 30.06.2022*

*Format 70x108 / 16.*

*Convent. printer's sheets 7,5. Circulation 300 copies*

*Free price*

*The order №*

*It is printed from a ready dummy layout  
on polygraphic base of Orel State University  
302026, Orel, Komsomolskaya street, 95*

*Index on the catalogue*

*«Pressa Rossii» 15998*

*[www.pressa-rf.ru](http://www.pressa-rf.ru) and [www.akc.ru](http://www.akc.ru)*

Journal is included into the list of the Higher Attestation  
Commission for publishing the results of theses for  
competition the academic degrees.

## In this number

1. Mathematical and computer simulation.....5-28
2. Information technologies in social and economic and organizational-technical systems.....29-74
3. Automation and control of technological processes and manufactures.....75-83
4. Telecommunication systems and computer network.....84-110
5. Information and data security.....111-130

*The editors*

*Fedorova N.Yu.*

*Mitin A.A.*

*The address of the publisher of journal*

*302026, Orel, Komsomolskaya street, 95  
(4862) 75-13-18; [www.oreluniver.ru](http://www.oreluniver.ru);  
E-mail: [info@oreluniver.ru](mailto:info@oreluniver.ru)*

*The address of the editorial office*

*302020, Orel region, Orel, Highway Naugorskoe, 40  
(4862) 43-49-56; [www.oreluniver.ru](http://www.oreluniver.ru);  
E-mail: [Fedorovanat57@mail.ru](mailto:Fedorovanat57@mail.ru)*

*Journal is registered in Federal Service for  
Supervision in the Sphere of Telecom, Information  
Technologies and Mass Communications.*

*The certificate of registration  
ПН №ФС 77-67168 от 16 сентября 2016 г.*

© Orel State University, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

*В.В. АНДРЕЕВ, А.А. БЛОХИН, А.М. САМОЙЛОВ, А.А. САТАЕВ*

Виртуальная математическая модель контура с естественной циркуляцией теплоносителя в программном комплексе SIMINTECH .....5-13

*А.П. НЫРКОВ, С.Ю. СОКЛАКОВА*

Математическое моделирование совместного маневрирования буксиров, буксирующих судно в условиях порта.....14-19

*Д.А. ТУКМАКОВ*

Исследование влияния входных граничных условий при численном моделировании течения вязкого газа в плоском канале.....20-28

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

*П.О. АРХИПОВ*

Подход к решению задачи поиска аномалий при нормализации выбранных цветных панорамных изображений.....29-37

*О.А. БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ, Л.Е. МИСТРОВ*

Метод оценки эффективности информационных обучающих систем по поиску неисправностей в радиоэлектронных объектах (бинарный случай).....38-46

*В.Н. ВОЛКОВ, Н.М. ГЕРАСИМОВА, С.В. НОВИКОВ, Т.С. ПОЛОНСКАЯ, В.Д. ТОРГАЧЕВ*

Тенденции дистанционных образовательных технологий: ориентир развития видеоконференций с удаленным доступом.....47-55

*А.А. ВОРОБЬЕВ, В.Т. ЕРЕМЕНКО*

Метод интеллектуальной обработки информации, полученной из разнородных источников для повышения точности геоэкологического мониторинга окружающей среды.....56-66

*А.В. КОСЬКИН, П.В. ЛУКЬЯНОВ, А.Ю. УЖАРИНСКИЙ*

Модель оценки навыков учащегося и формирования индивидуальной образовательной траектории в системе электронного дистанционного обучения.....67-74

### АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

*Г.С. ВАСИЛЬЕВ, С.В. ЕРЕМЕНКО, О.Р. КУЗИЧКИН, Д.И. СУРЖИК*

Моделирование переходных процессов в нелинейных системах контроля термоэлектрических систем.....75-83

### ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

*С.Ю. АНДРЕЕВ, Н.А. ГЛИНКИН, Н.В. НИКОГОСЯН*

Анализ алгоритмов машинного обучения, применяемых в программно-конфигурируемых сетях .....84-94

*К.А. БАТЕНКОВ*

Параметры качества функционирования аналоговых оконечностей сетей связи.....95-102

*А.Н. ОРЕШИН, Н.А. ШИТИКОВ*

Гибридизация на основе MPLS в SDN.....103-110

### ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

*М.С. ЖАРКОВА, А.И. КОЗАЧОК, В.М. КОЗЛОВА, О.А. СУББОТЕНКО*

Алгоритм обнаружения инцидентов информационной безопасности компьютерной сети.....111-120

*В.А. ЛИПАТНИКОВ, А.А. ШЕВЧЕНКО*

Математическая модель процесса управления информационной безопасностью распределенной информационной системы в условиях несанкционированного воздействия злоумышленника.....121-130

## CONTENT

### MATHEMATICAL AND COMPUTER SIMULATION

- V.V. ANDREEV, A.A. BLOXIN, A.M. SAMOJLOV, A.A. SATAEV*  
Virtual mathematical model of a circuit with natural circulation of a coolant in the SIMINTECH software package.....5-13
- A.P. NY'RKOV, S.Yu. SOKLAKOVA*  
Mathematical modeling of joint maneuvering of tugs towing a vessel in port conditions.....14-19
- D.A. TUKMAKOV*  
Investigation of the effect of input boundary conditions in numerical simulation of a viscous gas flow in a plane channel.....20-28

### INFORMATION TECHNOLOGIES IN SOCIAL AND ECONOMIC AND ORGANIZATIONAL-TECHNICAL SYSTEMS

- P.O. ARXIPOV*  
An approach to solving the problem of finding anomalies when normalizing selected color panoramic images.....29-37
- O.A. BELOCERKOVSKIY, L.E. MISTROV*  
Method for assessing the efficiency of information training systems for fault finding in radioelectronic objects (binary case).....38-46
- V.N. VOLKOV, N.M. GERASIMOVA, S.V. NOVIKOV, T.S. POLONSKAYA, V.D. TORGACHYOY*  
Trends in remote educational technologies: a trends for the development of video conferences with remote access.....47-55
- A.A. VOROB'YOY, V.T. ERYOMENKO*  
Method for intelligent processing of information obtained from different sources to increase the accuracy of geocological environmental monitoring.....56-66
- A.V. KOS'KIN, P.V. LUK'YANOV, A.Yu. UZHARINSKIY*  
A model for assessing student skills and forming an individual educational trajectory in the system of electronic distance learning.....67-74

### AUTOMATION AND CONTROL OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND MANUFACTURES

- G.S. VASILY'EV, S.V. ERYOMENKO, O.R. KUZICHKIN, D.I. SURZHIK*  
Methodology for modeling transient processes in nonlinear control systems of thermoelectric modules.....75-83

### TELECOMMUNICATION SYSTEMS AND COMPUTER NETWORKS

- S.Yu. ANDREEV, N.A. GLINKIN, N.V. NIKOGOSYAN*  
Analysis of machine learning algorithms used in software-defined networks.....84-94
- K.A. BATENKOV*  
Network performance parameters of analog terminals.....95-102
- A.N. ORESHIN, N.A. SHITIKOV*  
MPLS based hybridization in SDN.....103-110

### INFORMATION AND DATA SECURITY

- M.S. ZhARKOVA, A.I. KOZACHOK, V.M. KOZLOVA, O.A. SUBBOTENKO*  
Experimental evaluation of the detection of anomalies in a computer network.....111-120
- V.A. LIPATNIKOV, A.A. SHEVCHENKO*  
Mathematical model of information security management process for a distributed information system under conditions of unauthorized attacker impact.....121-130

УДК 621.039; 004.942

В.В. АНДРЕЕВ, А.А. БЛОХИН, А.М. САМОЙЛОВ, А.А. САТАЕВ

**ВИРТУАЛЬНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОНТУРА  
С ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ  
В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ SIMINTECH**

*Исследование естественной циркуляции теплоносителя является важным направлением в ядерной энергетике, так как она является пассивной системой безопасности и может использоваться для отвода остаточных тепловыделений от активной зоны. Цифровые технологии позволят более точно изучить данный процесс. В работе был выполнен ряд экспериментов с целью исследования естественной циркуляции теплоносителя на реальных экспериментальных установках для создания и верификации цифрового двойника процесса. Он позволяет отражать текущее состояние модели при различных условиях внешнего воздействия и прогнозировать ее поведение. Платформой для его создания послужила отечественная программная среда SimInTech.*

**Ключевые слова:** цифровой двойник; виртуальная математическая модель; естественная циркуляция; SimInTech.

© Андреев В.В., Блохин А.А., Самойлов А.М., Сатаев А.А., 2022

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Specific Safety Requirements «Safety of Nuclear Power Plants: Design» от 2016 № SSR-2/1. – INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2016. – № Rev. 1.
2. Palensky P. and other. Digital twins and their use in future power systems; version 1; peer review: 1 approved, 1 approved with reservations / P. Palensky, M. Cvetkovic, D. Gusain, A. Joseph // Digital Twin, 2021. – №1: 4 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.12688/digitaltwin.17435.1>.
3. Кириллов В.В. Математическое моделирование замкнутого контура с естественной циркуляцией теплоносителя. – Машиностроение и инженерное образование, 2020. – № 2 (63). – С. 45-53.
4. Лауар С. Теплогидравлический стенд для разработки новых решений в области использования цифровых двойников объектов атомной энергетики. – Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика, 2020. – № 2. – С. 122-134.
5. Orekhova E.E., Andreev V.V., Tarasova N.P. The development of models to predict the stability of natural circulation of heatoolant // Table of Content XIII International Youth Scientific and Practical Conference. – Obninsk: IATE NIYAU «МЕРНИ», 2017. – P. 268-278.
6. Xingtuan Yang and other. Natural Circulation Characteristics of a Symmetric Loop under Inclined Conditions / Yang Xingtuan, Sun Yanfei, Liu Zhiyong, Jiang Shengyao // Science and Technology of Nuclear Installations, 2014. – № 2014. – С. 8 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1155/2014/925760>.
7. Патент на полезную модель № 206341 U1 Российская Федерация, МПК G01N 25/58. Стенд для испытаний на качку и статический крен гидравлических контуров с естественной циркуляцией: № 2021111425: заявл. 22.04.2021: опубл. 06.09.2021 / А.А. Сатаев, А.М. Самойлов, В.В. Андреев, А.А. Блохин; заявитель ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева».
8. Самойлов А.М. Разработка модели контура с естественной циркуляцией теплоносителя в условиях качки. – Вестник ИГЭУ, 2021. – № 6. – С. 19-26.

**Андреев Вячеслав Викторович**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,  
г. Нижний Новгород  
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Ядерные реакторы и энергетические установки»  
Тел.: 8 (831) 436-80-29  
E-mail: vyach.andreev@mail.ru

**Блохин Алексей Алексеевич**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,  
г. Нижний Новгород  
Студент 4 курса кафедры «Ядерные реакторы и энергетические установки»  
Тел.: 8(831) 436-80-29  
E-mail: blokhin-2016@list.ru

**Самойлов Александр Максимович**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,  
г. Нижний Новгород  
Магистрант 1 года обучения кафедры «Ядерные реакторы и энергетические установки»  
Тел.: 8(831) 436-80-29  
E-mail: samoilov15.03.1999@mail.ru

**Сатаев Александр Александрович**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,  
г. Нижний Новгород  
Аспирант кафедры «Ядерные реакторы и энергетические установки»  
Тел.: 8(831) 436-80-29  
E-mail: sancho\_3685@mail.ru

---

*V.V. ANDREEV (Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
Head of the Department of Nuclear Reactors and Power Plants)*

*A.A. BLOXIN (Student)*

*A.M. SAMOJLOV (Master Student)*

*A.A. SATAEV (Post-graduate Student)*

*Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod*

**VIRTUAL MATHEMATICAL MODEL OF A CIRCUIT WITH NATURAL CIRCULATION  
OF A COOLANT IN THE SIMINTECH SOFTWARE PACKAGE**

*The study of the natural circulation of the coolant is an important direction in nuclear power, since it is a passive safety system and can be used to remove residual heat from the core. Digital technologies will allow us to study this process more precisely. In the work, a number of experiments were carried out in order to study the natural circulation of the coolant on real experimental installations for the creation and verification of a digital twin of the process. It allows you to reflect the current state of the model under various conditions of external influence and predict its behavior. The domestic SimInTech software environment served as a platform for its creation.*

**Keywords:** *digital twin; virtual mathematical model; natural circulation; SimInTech.*

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Specific Safety Requirements «Safety of Nuclear Power Plants: Design» of 2016 № SSR-2/1. – INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2016. – № Rev. 1.

2. Palensky P. and other. Digital twins and their use in future power systems; version 1; peer review: 1 approved, 1 approved with reservations / P. Palensky, M. Cvetkovic, D. Gusain, A. Joseph // Digital Twin, 2021. – №1: 4 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.12688/digitaltwin.17435.1>.
3. Kirillov V.V. Matematicheskoe modelirovanie zamknutogo kontura s estestvennoj cirkuljaciej teplonositelja. – Mashinostroenie i inzhenernoe obrazovanie, 2020. – № 2 (63). – S. 45-53.
4. Lauer S. Teplogidravlicheskiy stend dlja razrabotki novyh reshenij v oblasti ispol'zovanija cifrovih dvojnikov ob#ektov atomnoj jenergetiki. – Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Jadernaja jenergetika, 2020. – № 2. – S. 122-134.
5. Orekhova E.E., Andreev V.V., Tarasova N.P. The development of models to predict the stability of natural circulation of coolant // Table of Content XIII International Youth Scientific and Practical Conference. – Obninsk: IATE NIYAU «МЕРФИ», 2017. – P. 268-278.
6. Xingtuan Yang and other. Natural Circulation Characteristics of a Symmetric Loop under Inclined Conditions / Yang Xingtuan, Sun Yanfei, Liu Zhiyong, Jiang Shengyao // Science and Technology of Nuclear Installations, 2014. – № 2014. – S. 8 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.1155/2014/925760>.
7. Patent na poleznuju model' № 206341 U1 Rossijskaja Federacija, MPK G01N 25/58. Stend dlja ispytanij na kachku i staticheskij kren gidravlicheskih konturov s estestvennoj cirkuljaciej: № 2021111425: zajavl. 22.04.2021: opubl. 06.09.2021 / A.A. Sataev, A.M. Samojlov, V.V. Andreev, A.A. Blohin; zajavitel' FGBOU VO «Nizhegorodskij gosudarstvennyj tehničeskij universitet im. R.E. Alekseeva».
8. Samojlov A.M. Razrabotka modeli kontura s estestvennoj cirkuljaciej teplonositelja v uslovijah kachki. – Vestnik IGJeU, 2021. – № 6. – S. 19-26.

УДК 681.5

А.П. НЫРКОВ, С.Ю. СОКЛАКОВА

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВМЕСТНОГО МАНЕВРИРОВАНИЯ БУКСИРОВ, БУКСИРУЮЩИХ СУДНО В УСЛОВИЯХ ПОРТА

*Буксировка судов представляет собой особый случай практики, так как не является обычным видом деятельности. Операция по буксировке относится к операциям с повышенным риском, так как в ней одновременно участвуют несколько судов, управление ими достаточно специфическая задача судовождения.*

*Представленная тема работы имеет высокую актуальность в рамках современно развивающейся экономической системы. Морские суда, посредством которых производятся основные операции по добыче промысла и межконтинентальной перевозке грузов, имеют колоссальную значимость. Основной целью данной статьи является описание математической модели совместного маневрирования буксиров, производящих буксировку судна в условиях порта.*

*В статье применяются теоретические и математические методы научного исследования. В качестве теоретической базы исследования были использованы научные работы зарубежного и отечественного авторства.*

*Практическая значимость работы заключается в описании математической модели совместного маневрирования буксиров, применение которой может стать актуальным звеном при планировании и выполнении работ по буксировке морских судов. Статья посвящена вопросу математического моделирования совместного маневрирования буксиров.*

**Ключевые слова:** моделирование; математическое моделирование; морское судно; буксир; порт; буксировка; судовождение.

© Ныркoв А.П., Соклакова С.Ю., 2022

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юдин Ю.И., Каян В.В. Численное моделирование автоколебаний буксируемого судна. – Вестник МГТУ, 2013.
2. Смоленцев С.В., Исаков Д.В. Моделирование движения судна на основе упрощенной кинематической модели. – Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова, 2018.
3. Annenkov D.V., Nekrasov S.N., Efimov K.I. Navigational risks of towing a vessel in cramped navigation conditions. – Bulletin of the Admiral S.O. Makarov State University of the Sea and River Fleet, 2014.
4. Пашенцев С.В. Управление процессом буксировки танкера посредством регулирования натяжения троса. – Вестник МГТУ, 2018.
5. Grumonds V.T., Pilgunov R.V., Vinogradov M.V. Dynamics of the longitudinal motion of an underwater towed vehicle in the task of monitoring a given area of the continental shelf. – Bulletin of the Bauman Moscow State Technical University. – Ser. Mechanical Engineering, 2017.
6. Ву Г. и др. Математическое сравнение противоположного маневрирования для буксировки судов множества буксиров в портовой среде / Г. Ву, С. Чжао, И. Сунь, Л. Ван // Журнал морской науки и техники, 2021. – № 9(4). – 384 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.3390/jmse9040384>.

**Ныркв Анатолий Павлович**

ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», г. Санкт-Петербург

Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры комплексного обеспечения информационной безопасности

Тел.: 8 981 908 09 48

E-mail: [kaf.koib@gmail.com](mailto:kaf.koib@gmail.com)

**Соклакова София Юрьевна**

ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», г. Санкт-Петербург

Аспирант

Тел.: 8 999 205 57 88

E-mail: [Sunshne\\_93@mail.ru](mailto:Sunshne_93@mail.ru)

---

A.P. NY'RKOV (*Doctor of Engineering Sciences, Professor.*  
*Professor of the Department of Integrated Management of Information Security*)

S.Yu. SOKLAKOVA (*Post-graduate Student*)  
*Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, St. Petersburg*

**MATHEMATICAL MODELING  
OF JOINT MANEUVERING OF TUGS TOWING A VESSEL IN PORT CONDITIONS**

*The presented topic of the work is highly relevant within the framework of a modern developing economic system. Sea vessels are of enormous importance, through which the main operations of fishing and intercontinental cargo transportation are carried out. The main purpose of this article is to describe a mathematical model of joint maneuvering of tugs towing a vessel in port conditions.*

*The author applies theoretical, empirical and mathematical methods of scientific research. Scientific works of foreign and domestic authorship were used as accompanying materials. The practical significance of the work lies in the description of a mathematical model of joint maneuvering of tugs, the use of which can become an actual link in the planning and execution of work on towing of sea vessels.*

*The predominant part of the article is devoted specifically to the issue of mathematical modeling of joint maneuvering of tugs.*

**Keywords:** modeling; mathematical modeling; marine vessel; tugboat; port; towing; navigation.

#### BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Judin Ju.I., Kajan V.V. Chislennoe modelirovanie avtokolebanij buksiruемого судна. – Vestnik MGTU, 2013.
2. Smolencev S.V., Isakov D.V. Modelirovanie dvizhenija судна na osnove uproshhennoj kinematicheskoy modeli. – Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. admirala S. O. Makarova, 2018.
3. Annenkov D.V., Nekrasov S.N., Efimov K.I. Navigational risks of towing a vessel in cramped navigation conditions. – Bulletin of the Admiral S.O. Makarov State University of the Sea and River Fleet, 2014.
4. Pashencev S.V. Upravlenie processom buksirovki tankera posredstvom regulirovanija natjazhenija trosa. – Vestnik MGTU, 2018.
5. Grumonds V.T., Pilgunov R.V., Vinogradov M.V. Dynamics of the longitudinal motion of an underwater towed vehicle in the task of monitoring a given area of the continental shelf. – Bulletin of the Bauman Moscow State Technical University. – Ser. Mechanical Engineering, 2017.
6. Vu G. i dr. Matematicheskoe sravnenie protivopolozhnogo manevrirovaniya dlja buksirovki sudov mnozhestva buksirov v portovoj srede / G. Vu, S. Chzhao, I. Sun', L. Van // Zhurnal morskoy nauki i tehnik, 2021. – № 9(4). – 384 s. [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.3390/jmse9040384>.

УДК: 533.2, 51-72

Д.А. ТУКМАКОВ

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВХОДНЫХ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ ПРИ ЧИСЛЕННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОГО ГАЗА В ПЛОСКОМ КАНАЛЕ

*Работа посвящена проблемам математического моделирования. Исследовалось влияние граничных условий на входной границе канала на результаты численных расчетов динамики вязкого газа, движущегося в плоском канале. Рассматривалось течение вязкого газа на дозвуковой скорости. На боковых поверхностях канала задавались однородные граничные условия Дирихле, для составляющих скорости газа. Численная модель предполагала решение нестационарной системы уравнений двухмерного течения вязкого, сжимаемого, теплопроводного газа. Рассмотрены результаты расчетов динамики газа с равномерным распределением скорости газа на входе в канал.*

*Выявлено, что при данном распределении скорости газа, результаты расчетов демонстрируют существенное увеличение скорости газа вблизи входной границы.*

*В работе предложено входное граничное условие с неравномерным распределением скорости газа на входе в канал. При моделировании течения газа с предложенным граничным условием не происходит увеличения скорости газа вдоль всего канала.*

**Ключевые слова:** численное моделирование; конечно-разностная схема; уравнение Навье-Стокса; граничные условия.

© Тукмаков Д.А., 2022

*Работа выполнялась в рамках государственного задания Федерального исследовательского центра Казанского научного центра Российской академии наук.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. – Москва: Издательство «Дрофа», 2003. – 784 с.
2. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. – В 2-х томах. – Т. 2. – Москва: Мир, 1991. – 552 с.
3. Кутушев А. Г. Математическое моделирование волновых процессов в аэродисперсных и порошкообразных средах. – Санкт-Петербург: «Недра», 2003. – 284 с.
4. Тукмаков А.Л., Тукмаков Д.А. Динамика заряженной газовой взвеси с начальным пространственно неравномерным распределением средней плотности дисперсной фазы при переходе к равновесному состоянию. – Теплофизика высоких температур, 2017. – № 4. – С. 509-512.
5. Тукмаков Д.А. Численное исследование интенсивных ударных волн в запыленных средах с однородной и двухкомпонентной несущей фазой. – Компьютерные исследования и моделирование, 2020. – № 1. – С. 141-154.
6. Тукмаков Д.А. Сопоставление математических моделей динамики электрически заряженных газовой взвесей для различных концентраций дисперсной компоненты. – Прикладная информатика, 2022. – № 1. – С. 39-54.
7. Тукмаков А.Л. Модель движения и осаждения заряженной газовой взвеси в электрическом поле. – Инженерно-физический журнал, 2014. – № 1. – С. 35-44.
8. Музафаров И.Ф., Утюжников С.В. Применение компактных разностных схем к исследованию нестационарных течений сжимаемого газа. – Математическое моделирование, 1993. – № 3. – С. 74-83.
9. Машков Е.А. Типы и свойства алгоритмов решения задачи кругового движения вязкой несжимаемой жидкости. – Информационные системы и технологии, 2015. – № 1. – С. 28-37.
10. Мартынов С.И., Пронькина Т.В. Моделирование взаимодействия капель в линейном потоке и вязкость эмульсии. – Информационные системы и технологии, 2010. – № 3. – С. 86-90.
11. Корнаева Е.П., Корнаев А.В. Моделирование напорно-сдвиговых течений вязкой жидкости между несоосными цилиндрами с учетом теплопроводности и конвекции. – Информационные системы и технологии, 2017. – № 4. – С. 5-14.
12. Вахрушев А.В., Молчанов Е.К. Структурно-функциональный анализ формирования композиционных электрохимических покрытий методом совместного электрохимического осаждения. – Информационные системы и технологии, 2021. – № 3. – С. 15-24.
13. Емельянов В.Н., Карпенко А.Г. Метод постановки дозвуковых граничных условий для системы уравнений газовой динамики. – Вестник Тихоокеанского государственного университета, 2013. – № 2(29). – С. 29-38.
14. Волков К.Н. Формулировка граничных условий на стенке в расчетах турбулентных течений на неструктурированных сетках. – Журнал вычислительной математики и математической физики, 2014. – № 2. – С. 336.
15. Дородницын Л.В. Неотражающие граничные условия и их приложение к дозвуковой газовой динамике. – Математическое моделирование, 2006. – № 5. – С. 49-62.
16. Кочетков Ю.М. Турбулентность, фундаментальное граничное условие сопровождения и новая постановка краевой задачи вязкой газовой динамики. – Двигатель, 2015. – № 5(101). – С. 30-32.
17. Минибаев М.Р., Михайленко К.И. Исследование влияния граничных условий при численном решении модели вихревой трубы. – Многофазные системы, 2019. – № 2. – С. 89-100.
18. Тетерина И.В., Брыков Н.А. Метод постановки дозвуковых граничных условий при совместном моделировании газодинамических процессов и процессов горения топлива. – Международный научно-исследовательский журнал, 2016. – № 5-3. – С. 187-189.

Тукмаков Дмитрий Алексеевич

БГБУН «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», г. Казань

Кандидат физико-математических наук, научный сотрудник

Тел.: 8 965 600 67 63

E-mail: tukmakovDA@imm.knc.ru

D.A. TUKMAKOV (*Candidate of Physico-mathematical Sciences, Research Associate*)  
*Federal Research Center «Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», Kazan*

### INVESTIGATION OF THE EFFECT OF INPUT BOUNDARY CONDITIONS IN NUMERICAL SIMULATION OF A VISCOUS GAS FLOW IN A PLANE CHANNEL

*The work is devoted to the problems of mathematical modeling. The influence of the boundary conditions at the inlet boundary of the channel on the results of numerical calculations of the dynamics of a viscous gas moving in a flat channel was studied. The flow of a viscous gas at subsonic speed was considered. On the side surfaces of the channel, uniform Dirichlet boundary conditions were set for the components of the gas velocity. The numerical model assumed the solution of a non-stationary system of equations for a two-dimensional flow of a viscous, compressible, heat-conducting gas. The results of calculations of gas dynamics with a uniform distribution of gas velocity at the channel inlet are considered. It was found that for a given distribution of gas velocity, the calculation results demonstrate a significant increase in gas velocity near the inlet boundary. The paper proposes an input boundary condition with a non-uniform distribution of the gas velocity at the channel inlet. When modeling the gas flow with the proposed boundary condition, there is no increase in the gas velocity along the entire channel.*

**Keywords:** numerical simulation; finite difference scheme; Navier-Stokes equation; border conditions.

#### BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Lojczanskiy L.G. *Mehanika zhidkosti i gaza*. – Moskva: Izdatel'stvo «Drofa», 2003. – 784 s.
2. Fletcher K. *Vychislitel'nye metody v dinamike zhidkostej*. – V 2-h tomah. – T. 2. – Moskva: Mir, 1991. – 552 s.
3. Kutushev A. G. *Matematicheskoe modelirovanie volnovykh processov v ajerodispersnyh i poroshkoobraznyh sredah*. – Sankt-Peterburg: «Nedra», 2003. – 284 s.
4. Tukmakov A.L., Tukmakov D.A. *Dinamika zarjzhennoj gazovzvesi s nachal'nym prostranstvenno neravnomernym raspredeleniem srednej plotnosti dispersnoj fazy pri perehode k ravnovesnomu sostojaniju*. – *Teplofizika vysokih temperatur*, 2017. – № 4. – S. 509-512.
5. Tukmakov D.A. *Chislennoe issledovanie intensivnyh udarnykh voln v zapylennyh sredah s odnorodnoj i dvuhkomponentnoj nesushhej fazoj*. – *Komp'yuternye issledovaniya i modelirovanie*, 2020. – № 1. – S. 141-154.
6. Tukmakov D.A. *Sopostavlenie matematicheskikh modelej dinamiki jelektricheski zarjzhennyh gazovzvesej dlja razlichnyh koncentracij dispersnoj komponenty*. – *Prikladnaja informatika*, 2022. – № 1. – S. 39-54.
7. Tukmakov A.L. *Model' dvizhenija i osazhdenija zarjzhennoj gazovzvesi v jelektricheskom pole*. – *Inzhenerno-fizicheskij zhurnal*, 2014. – № 1. – S. 35-44.
8. Muzafarov I.F., Utjuzhnikov S.V. *Primenenie kompaktnykh raznostnyh shem k issledovaniju nestacionarnykh techenij szhimaemogo gaza*. – *Matematicheskoe modelirovanie*, 1993. – № 3. – С. 74-83.
9. Mashkov E.A. *Tipy i svojstva algoritmov reshenija zadachi krugovogo dvizhenija vjazkoj neszhimaemoj zhidkosti*. – *Informacionnye sistemy i tehnologii*, 2015. – № 1. – S. 28-37.
10. Martynov S.I., Pron'kina T.V. *Modelirovanie vzaimodejstvija kapel' v linejnom potoke i vjazkost' jemul'sii*. – *Informacionnye sistemy i tehnologii*, 2010. – № 3. – S. 86-90.
11. Kornaeva E.P., Kornaev A.V. *Modelirovanie naporno-sdvigovykh techenij vjazkoj zhidkosti mezhdru nesoosnymi cilindrami s uchetom teploprovodnosti i konvekcii*. – *Informacionnye sistemy i tehnologii*, 2017. – № 4. – S. 5-14.
12. Vahrushev A.V., Molchanov E.K. *Strukturno-funkcional'nyj analiz formirovaniya kompozicionnyh jelektrohimiicheskikh pokrytij metodom sovместного jelektrohimiicheskogo osazhdenija*. – *Informacionnye sistemy i tehnologii*, 2021. – № 3. – S. 15-24.

13. Emel'janov V.N., Karpenko A.G. Metod postanovki dozvukovyh granichnyh uslovij dlja sistemy uravnenij gazovoj dinamiki. – Vestnik Tihookeanskogo gosudarstvennogo universiteta, 2013. – № 2(29). – S. 29-38.
14. Volkov K.N. Formulirovka granichnyh uslovij na stenke v raschetah turbulentnyh techenij na nestrukturirovannyh setkah. – Zhurnal vychislitel'noj matematiki i matematicheskoj fiziki, 2014. – № 2. – S. 336.
15. Dorodnicyn L.V. Neotrazhajushhie granichnye uslovija i ih prilozhenie k dozvukovoj gazovoj dinamike. – Matematicheskoe modelirovanie, 2006. – № 5. – S. 49-62.
16. Kochetkov Ju.M. Turbulentnost', fundamental'noe granichnoe uslovie soprovozhdenija i novaja postanovka kraevoj zadachi vjazkoj gazovoj dinamiki. – Dvigatel', 2015. – № 5(101). – S. 30-32.
17. Minibaev M.R., Mihajlenko K.I. Issledovanie vlijanija granichnyh uslovij pri chisленном reshenii modeli vihrevoj trubny. – Mnogofaznye sistemy, 2019. – № 2. – S. 89-100.
18. Teterina I.V., Brykov N.A. Metod postanovki dozvukovyh granichnyh uslovij pri sovmestnom modelirovanii gazodinamicheskikh processov i processov gorenija topliva. – Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal, 2016. – № 5-3. – S. 187-189.

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ  
И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

УДК 004.93

П.О. АРХИПОВ

**ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ПОИСКА АНОМАЛИЙ ПРИ НОРМАЛИЗАЦИИ  
ВЫБРАННЫХ ЦВЕТНЫХ ПАНОРАМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

*В статье автор описывает подход к решению задачи поиска аномалий на разновременных панорамах, включающий в себя технологию нормализации сшиваемых изображений и поиск аномалий в окрестностях особых точек. Предложены соответствующие модифицированные алгоритмы нормализации, заключающиеся в усреднении яркостных составляющих при переводе их в цветовое пространство CIELAB и сравнении с эталонными значениями пикселей. Выполнена фильтрация изменившихся особых точек на сравниваемых панорамах с установлением их взаимного соответствия, и выделением окрестностей объектов, изменивших свое геометрическое и цветовое положение.*

**Ключевые слова:** аэрофотосъемка; панорама; беспилотный летательный аппарат; особые точки; изображение; аномалия.

© Архипов П.О., 2022

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Архипов П.О., Цуканов М.В. Информационная модель технологии коррекции яркости и цвета при создании панорамных изображений. – Системы высокой доступности, 2020. – Т.16. – № 3. – С.46-51. DOI: 10.18127/j20729472-202003-04.
2. Архипов П.О. Информационная модель метода коррекции яркости и цвета при создании панорамных изображений // Сборник материалов VIII Международной научно-технической конференции «Информационные технологии в науке, образовании и производстве (ИТНОП-2020)»; Белгород, 24-25 сентября, 2020 г. – С. 22-26.
3. CIE International Commission on Illumination, Recommendations on Uniform Color Spaces, Color-Difference Equations, Psychometric Color Terms, Supplement № 2 to CIE Publication № 15, Colorimetry, 1971 and 1978.
4. Библиотека компьютерного зрения OpenCV [Электронный ресурс]. – URL: <https://opencv.org>.
5. Архипов П.О., Сидоркин И.И., Цуканов М.В. Алгоритмическая модель технологии минимизации искажений при сшивании снимков, полученных с БПЛА. – Системы высокой доступности, 2018. – № 5. – С. 30-35. DOI 10.18127/j20729472-201805-04.

6. Библиотека обработки изображений Scikit-Image [Электронный ресурс]. – URL: <https://scikit-image.org>.
7. Leutenegger S., Chli M., Siegwart R.Y. BRISK: Binary Robust invariant scalable keypoints // 2011 International Conference on Computer Vision, 2011. – P. 2548-2555.
8. David G. Lowe. Object recognition from local scale-invariant features // Proceedings of the International Conference on Computer Vision, 1999. – Т. 2. – С. 1150-1157. Doi:10.1109/ICCV.1999.790410.
9. Nixon M.S., Aguado A.S. Feature Extraction and Image Processing. – Academic Press, 2008.
10. DJI Mavic 2 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dji.com/ru/mavic-2>.

**Архипов Павел Олегович**

Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, Орловский филиал,  
г. Орел

Кандидат технических наук, директор филиала

Тел.: 8 (4862) 33-01-68

E-mail: [arpaul@mail.ru](mailto:arpaul@mail.ru)

---

P.O. ARHIPOV (*Candidate of Engineering Sciences, Branch Director*)  
*Federal Research Center «Computer Science and Control» of the RAS, Orel Branch, Orel*

**AN APPROACH TO SOLVING THE PROBLEM OF FINDING ANOMALIES  
WHEN NORMALIZING SELECTED COLOR PANORAMIC IMAGES**

*In the article, the author describes an approach to solving the problem of finding anomalies on multi-time panoramas, which includes the technology of normalization of cross-linked images and the search for anomalies in the vicinity of singular points. The corresponding modified normalization algorithms are proposed, which consist in averaging the brightness components when translating them into the CIELAB color space and comparing them with the reference pixel values. Filtering of the changed singular points on the compared panoramas was performed with the establishment of their mutual correspondence, and the selection of the surroundings of objects that have changed their geometric and color position.*

**Keywords:** *aerial photography; panorama; unmanned aerial vehicle; special points; image; anomaly.*

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Arhipov P.O., Cukanov M.V. Informacionnaja model' tehnologij korrekcii jarkosti i cveta pri sozdanii panoramnyh izobrazhenij. – Sistemy vysokoj dostupnosti, 2020. – Т.16. – № 3. – С.46-51. DOI: 10.18127/j20729472-202003-04.
2. Arhipov P.O. Informacionnaja model' metoda korrekcii jarkosti i cveta pri sozdanii panoramnyh izobrazhenij // Sbornik materialov VIII Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoi konferencii «Informacionnye tehnologii v nauke, obrazovanii i proizvodstve (ITNOP-2020)»; Belgorod, 24-25 sentjabrja, 2020 g. – С. 22-26.
3. CIE International Commission on Illumination, Recommendations on Uniform Color Spaces, Color-Difference Equations, Psychometric Color Terms, Supplement № 2 to CIE Publication № 15, Colorimetry, 1971 and 1978.
4. Библиотека комп'ютрного зренія OpenCV [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://opencv.org>.
5. Arhipov P.O., Sidorkin I.I., Cukanov M.V. Algoritmicheskaja model' tehnologij minimizacii iskazhenij pri sshivanii snimkov, poluchennyh s BPLA. – Sistemy vysokoj dostupnosti, 2018. – № 5. – С. 30-35. DOI 10.18127/j20729472-201805-04.
6. Библиотека обработки изображений Scikit-Image [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://scikit-image.org>.
7. Leutenegger S., Chli M., Siegwart R.Y. BRISK: Binary Robust invariant scalable keypoints // 2011 International Conference on Computer Vision, 2011. – P. 2548-2555.
8. David G. Lowe. Object recognition from local scale-invariant features // Proceedings of the International Conference on Computer Vision, 1999. – Т. 2. – С. 1150-1157. Doi:10.1109/ICCV.1999.790410.
9. Nixon M.S., Aguado A.S. Feature Extraction and Image Processing. – Academic Press, 2008.
10. DJI Mavic 2 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.dji.com/ru/mavic-2>.

**МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ ПО ПОИСКУ НЕИСПРАВНОСТЕЙ  
В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ОБЪЕКТАХ (БИНАРНЫЙ СЛУЧАЙ)**

*Предлагается метод решения задачи оценки эффективности информационно-обучающих систем по поиску неисправностей в структуре радиоэлектронных объектов на основе решения двухкритериальной задачи оптимизации стоимости и результативности осуществляемых проверок. Задача решается на основе использования методов линейного программирования, ветвей и границ, обеспечивающих оптимизацию поиска неисправностей на дереве бинарных состояний радиоэлектронного объекта.*

**Ключевые слова:** *информационно-обучающая система; радиоэлектронный объект; поиск неисправностей; стоимость; вероятность; таблица состояний; оптимизация; метод ветвей и границ; метод линейного программирования; минимальная стоимость; вероятность нахождения неисправности.*

© Белоцерковский О.А., Мистров Л.Е., 2022

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Мистров Л.Е., Белоцерковский О.А. Метод функционального синтеза информационно-обучающих систем поиска и устранения неисправностей в радиоэлектронных объектах. – Успехи современной радиоэлектроники, 2018. – № 7. – С. 54-63.
2. Мистров Л.Е., Васильева И.Е., Белоцерковский О.А. Метод решения задачи синтеза информационно-обучающих систем поиска и устранения неисправностей в радиоэлектронных объектах. – Нелинейный мир, 2018. – № 3. – С. 40-49.
3. Мистров Л.Е. Конфликтная устойчивость взаимодействия организационно-технических систем: общие понятия, научные подходы, метод синтеза. – Научные технологии. – 2011. – № 4. – Т. 12. – С. 70-80.
4. Мистров Л.Е., Белоцерковский О.А. Модель формирования вариантов решений в информационно-обучающих системах по поиску неисправностей в сложных радиоэлектронных объектах. – Научные технологии, 2018. – № 2. – С. 28-35.
5. Мистров Л.Е., Белоцерковский О.А. Основы синтеза информационно-обучающих систем поиска и устранения неисправностей в радиоэлектронных объектах. – Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования, 2020. – № 2(54). – С. 16-24.
6. Финкельштейн Ю.Ю. Проблемы кибернетики. – Теоретическая оценка максимального числа итераций для полностью целочисленного алгоритма Гомори. – М.: Наука, 1973. – Вып. 26.
7. Финкельштейн Ю.Ю. Прикладные методы и приближенные задачи дискретного программирования. – М.: Наука, 1976.

**Белоцерковский Олег Анатольевич**

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

Преподаватель

Тел.: 8 908 133 43 49

E-mail: bel77777@yandex.ru

**Мистров Леонид Евгеньевич**

Военный учебно–научный центр Военно–воздушных сил «Военно–воздушная академия имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Центральный филиал ФГБОУВО «РГУП», г. Воронеж  
Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры  
Тел.: 8 910 342 88 42  
E-mail: mistrov\_le@mail.ru

**О.А. BELOCERKOVSKIJ (Teacher)**  
*MERC AF «AFA», Voronezh*

**L.E. MISTROV (Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Professor of the Department)**  
*MERC AF «AFA», Central Branch of RGUP, Voronezh*

**METHOD FOR ASSESSING THE EFFICIENCY OF INFORMATION TRAINING SYSTEMS FOR FAULT FINDING IN RADIOELECTRONIC OBJECTS (BINARY CASE)**

*A method is proposed for solving the problem of evaluating the effectiveness of information-training systems for troubleshooting in the structure of radio-electronic objects based on solving a two-criteria problem of optimizing the cost and effectiveness of ongoing checks. The problem is solved based on the use of linear programming methods, branches and boundaries, which provide optimization of troubleshooting on the tree of binary states of a radio-electronic object.*

**Keywords:** *information and training system; radio-electronic object; troubleshooting; cost; probability; state table; optimization; branch and bound method; linear programming method; minimum cost; probability of finding a fault.*

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Mistrov L.E., Belocerkovskij O.A. Metod funkcional'nogo sinteza informacionno-obuchajushhh sistem poiska i ustraneniya neispravnostej v radioelektronnyh ob'ektah. – Uspehi sovremennoj radioelektroniki, 2018. – № 7. – S. 54-63.
2. Mistrov L.E., Vasil'eva I.E., Belocerkovskij O.A. Metod reshenija zadachi sinteza informacionno-obuchajushhh sistem poiska i ustraneniya neispravnostej v radioelektronnyh ob#ektah. – Nelinejnyj mir, 2018. – № 3. – S. 40-49.
3. Mistrov L.E. Konfliktnaja ustojchivost' vzaimodejstviya organizacionno-tehnicheskikh sistem: obshhie ponjatija, nauchnye podhody, metod sinteza. – Naukoemkie tehnologii. – 2011. – № 4. – Т. 12. – S. 70-80.
4. Mistrov L.E., Belocerkovskij O.A. Model' formirovanija variantov reshenij v informacionno-obuchajushhh sistemah po poisku neispravnostej v slozhnyh radioelektronnyh ob#ektah. – Naukoemkie tehnologii, 2018. – № 2. – S. 28-35.
5. Mistrov L.E., Belocerkovskij O.A. Osnovy sinteza informacionno-obuchajushhh sistem poiska i ustraneniya neispravnostej v radioelektronnyh ob'ektah. – Informacionno-jekonomicheskie aspekty standartizacii i tehnicheskogo regulirovanija, 2020. – № 2(54). – S. 16-24.
6. Finkel'shtejn Ju.Ju. Problemy kibernetiki. –Teoreticheskaja ocenka maksimal'nogo chisla iteracij dlja polnost'ju celochislennogo algoritma Gomori. – М.: Nauka, 1973. – Vyp. 26.
7. Finkel'shtejn Ju.Ju. Prikladnye metody i priblizhennye zadachi diskretnogo programmirovaniya. – М.: Nauka, 1976.

УДК: 004.773.5

**В.Н. ВОЛКОВ, Н.М. ГЕРАСИМОВА,  
С.В. НОВИКОВ, Т.С. ПОЛОНСКАЯ, В.Д. ТОРГАЧЕВ**

**ТЕНДЕНЦИИ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ:  
ОРИЕНТИР РАЗВИТИЯ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦИЙ С УДАЛЕННЫМ ДОСТУПОМ**

*В статье рассмотрена проблема реализации учебно-практических занятий с использованием*

дистанционных технологий. При анализе возможных решений поставленной проблемы использовалась динамика популярности запросов. С помощью этой метрики было выявлено сезонное возрастание актуальности и определена единая тенденция. Изучены существующие методы взаимодействия с использованием дистанционных технологий, их достоинства и недостатки. Выделены первоначальные способы решения поставленных проблем в результате исследования.

**Ключевые слова:** дистанционные технологии; практические занятия; видеоконференция; протокол; видеотрафик.

© Волков В.Н., Герасимова Н.М., Новиков С.В., Полонская Т.С., Торгачев В.Д., 2022

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская Федерация. Министерство образования и науки. Об использовании дистанционных образовательных технологий: Приказ Министерства образования и науки РФ от 6 мая 2005 г. – № 137 [Электронный ресурс]. – URL: <https://kpfu.ru/docs/F1659818172/pr137.pdf> (дата обращения: 11.09.2021).
2. Прокторинг [Электронный ресурс]. – URL: <https://elearning.hse.ru/proctoring2/> (дата обращения: 23.09.2021).
3. НОУ ИНТУИТ – Основные протоколы интернет [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/studies/courses/2/2/lecture/60> (дата обращения: 17.11.2021).
4. CISCO – АНАЛИЗ ТРАФИКА [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.justogroup.ru/dokumentacija/cisco/unificirovannye-kommunikacii/analiz\\_trafika\\_voip.pdf](http://www.justogroup.ru/dokumentacija/cisco/unificirovannye-kommunikacii/analiz_trafika_voip.pdf) (дата обращения: 23.11.2021).

**Волков Вадим Николаевич**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», г. Орел  
Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий  
Тел.: 8 920 285 87 24  
E-mail: vadimvolkov@list.ru

**Герасимова Надежда Максимовна**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», г. Орел  
Студент  
Тел.: 8 960 641 15 24  
E-mail: gerasimova.nadezhda2001@gmail.com

**Новиков Сергей Владимирович**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», г. Орел  
Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий  
Тел.: 8 920 287 66 70  
E-mail: serg111@list.ru

**Полонская Татьяна Сергеевна**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», г. Орел  
Студент  
Тел.: 8 910 206 98 69  
E-mail: tatyapanolonskaya1@gmail.com

**Торгачев Владислав Дмитриевич**

ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва  
Студент  
Тел.: 8 915 504 65 64

Associate Professor of the Department of Information Systems and Digital Technologies)

N.M. GERASIMOVA (Student)

S.V. NOVIKOV (Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor of the Department of Information Systems and Digital Technologies)

T.S. POLONSKAYA (Student)  
Orel State University named after I.S. Turgenyev, Orel

V.D. TORGACHYOV (Student)  
MIREA – Russian Technological University, Moscow

**TRENDS IN REMOTE EDUCATIONAL TECHNOLOGIES:  
A TRENDS FOR THE DEVELOPMENT OF VIDEO CONFERENCES WITH REMOTE ACCESS**

*The article considers the problem of the implementation of educational and practical classes using remote technologies. When analyzing possible solutions to the problem, the dynamics of the popularity of queries was used. With the help of this metric, a seasonal increase in relevance was identified and a single trend was determined. The existing methods of interaction using remote technologies, their advantages and disadvantages are studied. The initial ways of solving the problems posed as a result of the study are highlighted.*

**Keywords:** distance technologies; practical exercises; video conferencing; protocol; video traffic.

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Rossijskaja Federacija. Ministerstvo obrazovanija i nauki. Ob ispol'zovanii distancionnyh obrazovatel'nyh tehnologij: Prikaz Ministerstva obrazovanija i nauki RF ot 6 maja 2005 g. – № 137 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://kpfu.ru/docs/F1659818172/pr137.pdf> (data obrashhenija: 11.09.2021).
2. Proktoring [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://elearning.hse.ru/proctoring2/> (data obrashhenija: 23.09.2021).
3. NOU INTUIT – Osnovnye protokoly internet [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://intuit.ru/studies/courses/2/2/lecture/60> (data obrashhenija: 17.11.2021).
4. CISCO – ANALIZ TRAFIKA [Jelektronnyj resurs]. – URL: [http://www.justogroup.ru/dokumentacija/cisco/unificirovannye-kommunikacii/analiz\\_trafika\\_voip.pdf](http://www.justogroup.ru/dokumentacija/cisco/unificirovannye-kommunikacii/analiz_trafika_voip.pdf) (data obrashhenija: 23.11.2021).

УДК 004.85

А.А. ВОРОБЬЕВ, В.Т. ЕРЕМЕНКО

**МЕТОД ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ,  
ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ РАЗНОРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ  
ТОЧНОСТИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

*В статье рассматривается метод интеллектуальной обработки информации, полученной из разнородных источников для повышения точности геоэкологического мониторинга окружающей среды, за счет поиска противоречий в разноформатных данных с использованием латентно-семантического индексирования и метода контент-анализа.*

**Ключевые слова:** социально-экологический индекс; геоэкологический мониторинг; разнородные источники информации; проблема противоречивости информации; латентно-семантическое индексирование; контент-анализ.

© Воробьев А.А., Еременко В.Т., 2022

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чистая страна – Национальный проект Экология [Электронный ресурс]. – URL: <https://ecologyofrussia.ru/proekt/chistaya-strana> (дата обращения: 13.12.2021).
2. О национальном экологическом рейтинге [Электронный ресурс]. – URL: [https://greenpatrol.ru/sites/default/files/default\\_images/ner\\_prezentaciya\\_3mb.pdf](https://greenpatrol.ru/sites/default/files/default_images/ner_prezentaciya_3mb.pdf) (дата обращения: 13.12.2021).
3. Экологическая ситуация в России: мониторинг рейтинга [Электронный ресурс]. – URL: <https://old.wciom.ru/index.php?id=236&uid=9267> (дата обращения: 13.12.2021).
4. Рейтинг орловских электронных СМИ [Электронный ресурс]. – URL: [https://newsorel.ru/fn\\_666833.html](https://newsorel.ru/fn_666833.html) (дата обращения: 13.12.2021).
5. Снарский А.А., Ландэ Д.В. Моделирование сложных сетей: учебное пособие. – К.: НТУУ «КПИ», 2015. – 212 с.
6. Федюшкин Н.А., Савинов И.А., Федосин С.А. Латентно-семантический анализ текста. – Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом: сборник научных трудов по итогам 5 научно-практической конференции Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева. – Новосибирск, 2016. – № 2(14). – С. 61-68.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2019615471 Российская Федерация. Программный комплекс сбора, хранения и интеллектуальной обработки больших данных / заявитель и правообладатель: А.А. Воробьев, С.М. Макеев, Е.В. Грушевая, О.Д. Мысин, В.В. Шнибаев; № 2019614183; заявл. 15.04.2019; опубл 26.04.2019. – 1 с.
8. Грушевая Е.В., Макеев С.М., Воробьев А.А. Исследование возможностей применения модуля Apache Spark для интеллектуальной обработки разнородных данных. – Известия Тульского Государственного университета. – Технические науки, 2019. – Вып. 3. – С. 263-269.
9. Монтомери Д.К. Планирование эксперимента и анализ данных / Пер. с англ. – Санкт-Петербург – Судостроение, 1980. – 384 с.

**Воробьев Андрей Анатольевич**

ФГКВОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел  
Кандидат технических наук, доцент, сотрудник  
Тел.: 8 (4862) 54-94-64  
E-mail: awa@mail.ru

**Еременко Владимир Тарасович**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационной безопасности  
Тел.: 8 920 812 65 64  
E-mail: wladimir@orel.ru

---

A.A. VOROB'YOV (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Employee*)  
*The Academy of Federal Security Guard Service of the Russian Federation, Orel*

V.T. ERYOMENKO (*Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Department of Information Security*)  
*Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel*

**METHOD FOR INTELLIGENT PROCESSING OF INFORMATION OBTAINED  
FROM DIFFERENT SOURCES TO INCREASE THE ACCURACY  
OF GEOECOLOGICAL ENVIRONMENTAL MONITORING**

*The article discusses a method for intelligent processing of information obtained from heterogeneous sources to improve the accuracy of geoeological monitoring of the environment by searching for contradictions in multi-format data using latent semantic indexing and the method of content analysis.*

**Keywords:** socio-ecological index; geocological monitoring; heterogeneous sources of information; the problem of information inconsistency; latent-semantic indexing; content analysis.

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Chistaja strana – Nacional'nyj proekt Jekologija [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://ecologyofrussia.ru/proekt/chistaya-strana> (data obrashhenija: 13.12.2021).
2. O nacional'nom jekologicheskom rejtinge [Jelektronnyj resurs]. – URL: [https://greenpatrol.ru/sites/default/files/default\\_images/ner\\_prezentaciya\\_3mb.pdf](https://greenpatrol.ru/sites/default/files/default_images/ner_prezentaciya_3mb.pdf) (data obrashhenija: 13.12.2021).
3. Jekologicheskaja situacija v Rossii: monitoring rejtinga [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://old.wciom.ru/index.php?id=236&uid=9267> (data obrashhenija: 13.12.2021).
4. Rejting orlovskih jelektronnyh SMI [Jelektronnyj resurs]. – URL: [https://newsorel.ru/fn\\_666833.html](https://newsorel.ru/fn_666833.html) (data obrashhenija: 13.12.2021).
5. Snarskij A.A., Landje D.V. Modelirovanie slozhnyh setej: uchebnoe posobie. – K.: NTUU «KPI», 2015. – 212 s.
6. Fedjushkin N.A., Savinov I.A., Fedosin S.A. Latentno-semanticheskij analiz teksta. – Aktual'nye problemy tehniceskix nauk v Rossii i za rubezhom: sbornik nauchnyh trudov po itogam 5 nauchno-prakticheskoj konferencii Mordovskij gosudarstvennyj universitet imeni N.P. Ogareva. – Novosibirsk, 2016. – № 2(14). – S. 61-68.
7. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM 2019615471 Rossijskaja Federacija. Programmnij kompleks sbora, hranenija i intellektual'noj obrabotki bol'shix dannyh / zajavitel' i pravoobladatel': A.A. Vorob'ev, S.M. Makeev, E.V. Grushevaja, O.D. Mysin, V.V. Shnibaev; № 2019614183; zajavl. 15.04.2019; opubl 26.04.2019. – 1 s.
8. Grushevaja E.V., Makeev S.M., Vorob'ev A.A. Issledovanie vozmozhnostej primeneniya modulja Apache Spark dlja intellektual'noj obrabotki raznorodnyh dannyh. – Izvestija Tul'skogo Gosudarstvennogo universiteta. – Tehniceskie nauki, 2019. – Vyp. 3. – S. 263-269.
9. Montgomeri D.K. Planirovanie jeksperimenta i analiz dannyh / Per. s angl. – Sankt-Peterburg – Sudostroenie, 1980. – 384 s.

УДК 007.3

А.В. КОСЬКИН, П.В. ЛУКЬЯНОВ, А.Ю. УЖАРИНСКИЙ

**МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ НАВЫКОВ УЧАЩЕГОСЯ И ФОРМИРОВАНИЯ  
ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ  
В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННОГО ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ**

*В статье рассмотрены вопросы организации формальных эффективных методов автоматической оценки и контроля навыков учащихся и использования этой оценки для дальнейшей адаптации образовательного процесса. Предложена модель задачи в системе электронного дистанционного обучения. Рассмотрены существующие подходы к оценке навыков учащихся. Описан алгоритм оценивания навыков учащегося и формирования индивидуальной образовательной траектории в системе электронного дистанционного обучения.*

**Ключевые слова:** управление образовательным процессом; электронное дистанционное обучение; оценка навыков учащихся; индивидуальная образовательная траектория.

© Коськин А.В., Лукьянов П.В., Ужаринский А.Ю., 2022

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Ужаринский А.Ю., Коськин А.В., Новиков С.В. Адаптивное управление образовательным процессом в системах электронного дистанционного обучения. – Информационные системы и технологии. – Орел: Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, 2021. – № 5(127). – С. 65-71.

2. Лаврентьев Г.В., Лаврентьева Н.Б., Неудахина Н.А. Инновационные обучающие технологии в профессиональной подготовке специалистов: учебное пособие. – Федеральное агентство по образованию, Алтайский гос. ун-т, Алтайский гос. технический ун-т им. И.И. Ползунова. – 2-е изд., доп. – Барнаул: Алтайский государственный университет, 2009. – 232 с. – ISBN 978-5-7904-0877-9.
3. Хапаева С.С. Результаты обучения: подходы к выявлению и оценке. – Вестник ГГУ, 2014. – № 19 [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-obucheniya-podhody-k-vyuavleniyu-i-otsenke> (дата обращения: 27.12.2021).
4. Михайлова Е. К. Рейтинговый подход в обучении. – Russian Journal of Education and Psychology, 2012. – № 6. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rejtingovyy-podhod-v-obucheni> (дата обращения: 27.12.2021).
5. Маригодов В.К., Мозолевская Т.В., Исаева Т.А. Экспертная оценка знаний студентов на основе энтропийного критерия. – Водный транспорт, 2014. – № 1(19). – С. 221-226.
6. Лаптев В.В. Метод оценивания умений и навыков при обучении программированию. Вестник Астраханского гос. техн. ун-та. – Серия «Управление, вычисл. техн. информ.», 2013. – № 1. – С. 194-201.

**Коськин Александр Васильевич**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Доктор технических наук, профессор, директор департамента информатизации и перспективного развития  
Тел.: 8 (4862) 41-98-15  
E-mail: koskin@ostu.ru

**Лукьянов Павел Вадимович**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий  
E-mail: finalmailblin@mail.ru

**Ужаринский Антон Юрьевич**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», г. Орел  
Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий  
Тел.: 8 910 264 56 76  
E-mail: udjal89@mail.ru

---

*A.V. KOS'KIN (Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
Director of the Department of Informatization and Prospective Development)*

*P.V. LUK'YANOV (Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor of the Department of Information Systems and Digital Technologies)*

*A.Yu. UZHARINSKIY (Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor of the Department of Information Systems and Digital Technologies)  
Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel*

**A MODEL FOR ASSESSING STUDENT SKILLS AND FORMING AN INDIVIDUAL  
EDUCATIONAL TRAJECTORY IN THE SYSTEM OF ELECTRONIC DISTANCE LEARNING**

*The article deals with the organization of formal effective methods for automatic assessment and control of students skills and the use of this assessment for further adaptation of the educational process. The model of the task in the system of electronic distance learning is proposed. Existing approaches to assessing students' skills are considered. An algorithm for evaluating a student's skill and forming an individual educational trajectory in the system of electronic distance learning is described.*

**Keywords:** *educational process management; electronic distance learning; student skills assessment; individual educational trajectory.*

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Uzharinskij A.Ju., Kos'kin A.V., Novikov S.V. Adaptivnoe upravlenie obrazovatel'nym processom v sistemah jelektronnogo distancionnogo obuchenija. – Informacionnye sistemy i tehnologii. – Orel: Orlovskij gosudarstvennyj universitet im. I.S. Turgeneva, 2021. – № 5(127). – S. 65-71.
2. Lavrent'ev G.V., Lavrent'eva N.B., Neudahina N.A. Innovacionnye obuchajushhie tehnologii v professional'noj podgotovke specialistov: uchebnoe posobie. – Federal'noe agentstvo po obrazovaniju, Altajskij gos. un-t, Altajskij gos. tehničeskij un-t im. I.I. Polzunova. – 2-e izd., dop. – Barnaul: Altajskij gosudarstvennyj universitet, 2009. – 232 s. – ISBN 978-5-7904-0877-9.
3. Hapaeva S.S. Rezul'taty obuchenija: podhody k vyjavleniju i ocenke. – Vestnik GUU, 2014. – № 19 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-obucheniya-podhody-k-vyyavleniyu-i-otsenke> (data obrashhenija: 27.12.2021).
4. Mihajlova E. K. Rejtingovyy podhod v obuchenii. – Russian Journal of Education and Psychology, 2012. – № 6. [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rejtingovyy-podhod-v-obuchenii> (data obrashhenija: 27.12.2021).
5. Marigodov V.K., Mozolevskaja T.V., Isaeva T.A. Jekspertnaja ocenka znanij studentov na osnove jentropijnogo kriterija. – Vodnyj transport, 2014. – № 1(19). – S. 221-226.
6. Laptev V.V. Metod ocenivaniya umenij i navykov pri obuchenii programmirovaniju. Vestnik Astrahanskogo gos. tehn. un-ta. – Serija «Upravlenie, vychisl. tehn. inform.», 2013. – № 1. – S. 194-201.

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

УДК 537.32

Г.С. ВАСИЛЬЕВ, С.В. ЕРЕМЕНКО, О.Р. КУЗИЧКИН, Д.И. СУРЖИК

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ  
В НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

*В статье рассмотрена методика моделирования динамических режимов нелинейных систем управления и контроля термоэлектрических систем, построенных на базе модулей Пельтье (ТЭМ). Рассмотрены функциональная схема и модель системы регулирования тока, протекающего через элемент Пельтье. Получены расчетные соотношения для анализа динамических режимов нелинейных систем контроля ТЭМ. Выполнено моделирование динамических режимов систем контроля ТЭМ с передаточными функциями непрерывной части 1-го, 2-го и 3-го порядков. Разработанный математический аппарат является основой для последующей оптимизации и синтеза систем контроля ТЭМ. Новый подход позволяет в общем виде исследовать переходные процессы нелинейных систем контроля ТЭМ для любого порядка исследуемой импульсной системы, произвольного характера нелинейности и коммутационных эффектов с большим числом импульсов замыкания.*

**Ключевые слова:** *эффект Пельтье; термоэлектрический модуль; система управления; динамическая характеристика.*

© Васильев Г.С., Еременко С.В., Кузичкин О.Р., Суржик Д.И., 2022

*Исследование выполнено в рамках государственного задания «Исследование и разработка комплексных энергосберегающих и термоэлектрических регенеративных систем», номер заявки 2019-1497, номер проекта FZWG-2020 -0034.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yuanyuan Zhou, Jianlin Yu. Design optimization of thermoelectric cooling systems for applications in electronic devices – *Int. J. Refrig.* 35 (2012) 1139-1144.
2. Hsiang-Sheng Huang and other. Thermoelectric water-cooling device applied to electronic equipment / Huang Hsiang-Sheng, Weng Ying-Che, Chang Yu-Wei, Chen Sih-Li, Ke Ming-Tsun // *Int. Commun. Heat Mass Transf.* 2010. – № 37. – P. 140-146.
3. Dresselhaus M.S. New directions for low-dimensional thermoelectric materials. – *Adv. Mater.* 19 (2007) 1043-1053.
4. Ahamat M.A., Tierney M.J. Timewise temperature control with heat metering using a thermoelectric module, *Appl. Therm. Eng.* 31 (2011) 1421e1426.
5. Shaojing S., Qin Q. Temperature Control of Thermoelectric Cooler Based on Adaptive NN-PID // 2010 International Conference on Electrical and Control Engineering, Wuhan, 2010. – P. 2245-2248; doi: 10.1109/iCECE.2010.553.
6. Osawa Y., Katsura S. Variable Heat Disturbance Observer for Control of Peltier Device // *IEEE Journal of Industry Applications*, 2019. – № 8(2). – P. 185-191; doi:10.1541/ieejia.8.185
7. Гринкевич В.А. Синтез регулятора тока для элемента Пельтье // Сборник научных трудов НГТУ, 2018. – №3-4 (93). – С. 16-39. – DOI: 10.17212/2307-6879-2018-3-4-16-39.
8. Гринкевич В.А. Синтез регулятора тока для термостоллика на основе элемента Пельтье // Сборник научных трудов НГТУ, 2019. – №3-4 (96). – С. 33-52. – DOI: 10.17212/2307-6879-2019-3-4-33-52
9. Kurilov I.A. and other. Methods of analysis of radio devices based on functional approximation / I.A. Kurilov, V.V. Romashov, E.A. Zhiganov, D.N. Romanov, G.S. Vasiliev, S.M. Kharchuk, D.I. Surzhik // *Radio engineering and telecommunication systems*, 2014. – №. 1. – P. 35-49.
10. Vasilyev G.S., Kurilov I.A., Kharchuk S.M. Analysis of dynamic characteristics of signal converters based on continuous piecewise linear functions. – *Scientific and technical Bulletin of the Volga region*, 2010. – № 1. – P. 100-104.
11. Kurilov I.A. and other. Research of static characteristics of converters of signals with a nonlinear control device / I.A. Kurilov, G.S. Vasilyev, S.M. Kharchuk, D.I. Surzhik // 2011 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON)/ *Proceedings*. – Krasnoyarsk: Siberian Federal University. Russia, Krasnoyarsk, September 15-16, 2011. – P. 93-96. IEEE Catalog Number: CFP13794-CDR, IEEEExplore [Электронный ресурс]. – URL: <http://conf.sfu-kras.ru/conf/sibcon>. – ISBN: 978-1-4577-1069-8/11/2011 IEEE.
12. Vasilyev G.S. and other. Analysis of dynamic characteristics of the nonlinear amplitude-phase converter at complex input influence / G.S. Vasilyev, I.A. Kurilov, S.M. Kharchuk, D.I. Surzhik // 2013 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2013. – Catalog Number: CFP13794-CDR. SCOPUS, IEEEExplore, ISBN: 978-1-4799-1062-5/13/2013 IEEE. – P. 6693641. DOI: 10.1109/SIBCON.2013.6693641.
13. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники: учебник. – Ч. 1. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1999. – 199 с.
14. Yi Hu, Wanping Hu, Kai He. PSO Algorithm Based Thermoelectric Cooler Temperature Control System Design // 2019 IEEE 3rd Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC). – DOI:10.1109/IMCEC46724.2019.8984093.

**Васильев Глеб Сергеевич**

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,  
г. Белгород

Кандидат технических наук, научный сотрудник института инженерных технологий и естественных наук

E-mail: vasilievgleb@yandex.ru

**Еременко Сергей Владимирович**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева», г. Орел

Аспирант кафедры информационной безопасности  
E-mail: wladimir@orel.ru

**Кузичкин Олег Рудольфович**

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,  
г. Белгород  
Доктор технических наук, профессор института инженерных технологий и естественных наук  
E-mail: Kuzichkin@bsu.edu.ru

**Суржик Дмитрий Игоревич**

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет», г. Владимир  
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление и контроль в технических системах»  
E-mail: arzerum@mail.ru

---

G.S. VASILY'EV (*Candidate of Engineering Sciences,  
Researcher at the Institute of Engineering Technologies and Natural Sciences*)  
Belgorod State National Research University, Belgorod

S.V. ERYOMENKO (*Post-graduate Student of the Department of Information Security*)  
Orel State University named after I. S. Turgenev, Orel

O.R. KUZICHKIN (*Doctor of Engineering Sciences,  
Professor of Institute of Engineering Technologies and Natural Sciences*)  
Belgorod State National Research University, Belgorod

D.I. SURZHİK (*Candidate of Engineering Sciences,  
Associate Professor of Department of the Management and Control in Technical Systems*)  
Vladimir State University, Vladimir

**METHODOLOGY FOR MODELING TRANSIENT PROCESSES  
IN NONLINEAR CONTROL SYSTEMS OF THERMOELECTRIC MODULES**

*The article develops a method for modeling dynamic modes of nonlinear control systems of thermoelectric modules (TEM) based on Peltier elements. The functional scheme and model of the current control system flowing through the Peltier element are considered. Calculated relations for the analysis of dynamic modes of nonlinear TEM control systems are obtained. Simulation of dynamic modes of TEM control systems with transfer functions of the continuous part of the 1st, 2nd and 3rd orders is performed. The developed mathematical apparatus is the basis for the subsequent optimization and synthesis of TEM control systems. The new approach makes it possible to study in general the transients of nonlinear TEM control systems for any order of the pulse system under study, the arbitrary nature of nonlinearity and switching effects with a large number of closure pulses.*

**Keywords:** *Peltier effect; thermoelectric module; control system; dynamic characteristic.*

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Yuanyuan Zhou, Jianlin Yu. Design optimization of thermoelectric cooling systems for applications in electronic devices – Int. J. Refrig. 35 (2012) 1139-1144.
2. Hsiang-Sheng Huang and other. Thermoelectric water-cooling device applied to electronic equipment / Huang Hsiang-Sheng, Weng Ying-Che, Chang Yu-Wei, Chen Sih-Li, Ke Ming-Tsun // Int. Commun. Heat Mass Transf, 2010. – № 37. – P. 140-146.
3. Dresselhaus M.S. New directions for low-dimensional thermoelectric materials. – Adv. Mater. 19 (2007) 1043-1053.
4. Ahamat M.A., Tierney M.J. Timewise temperature control with heat metering using a thermoelectric module, Appl. Therm. Eng. 31 (2011) 1421e1426.
5. Shaojing S., Qin Q. Temperature Control of Thermoelectric Cooler Based on Adaptive NN-PID // 2010 International Conference on Electrical and Control Engineering, Wuhan, 2010. – P. 2245-2248; doi: 10.1109/ICECE.2010.553.

6. Osawa Y., Katsura S. Variable Heat Disturbance Observer for Control of Peltier Device // IEEJ Journal of Industry Applications, 2019. – № 8(2). – P. 185-191; doi:10.1541/ieejia.8.185
7. Grinkevich V.A. Sintez reguljatora toka dlja jelementa Pel'te // Sbornik nauchnyh trudov NGTU, 2018. – №3-4 (93). – S. 16-39. – DOI: 10.17212/2307-6879-2018-3-4-16-39.
8. Grinkevich V.A. Sintez reguljatora toka dlja termostolika na osnove jelementa Pel'te // Sbornik nauchnyh trudov NGTU, 2019. – №3-4 (96). – S. 33-52. – DOI: 10.17212/2307-6879-2019-3-4-33-52
9. Kurilov I.A. and other. Methods of analysis of radio devices based on functional approximation / I.A. Kurilov, V.V. Romashov, E.A. Zhiganov, D.N. Romanov, G.S. Vasiliev, S.M. Kharchuk, D.I. Surzhik // Radio engineering and telecommunication systems, 2014. – №. 1. – P. 35-49.
10. Vasilyev G.S., Kurilov I.A., Kharchuk S.M. Analysis of dynamic characteristics of signal converters based on continuous piecewise linear functions. – Scientific and technical Bulletin of the Volga region, 2010. – № 1. – P. 100-104.
11. Kurilov I.A. and other. Research of static characteristics of converters of signals with a nonlinear control device / I.A. Kurilov, G.S. Vasilyev, S.M. Kharchuk, D.I. Surzhik // 2011 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON)/ Proceedings. – Krasnoyarsk: Siberian Federal University. Russia, Krasnoyarsk, September 15-16, 2011. – P. 93 -96. IEEE Catalog Number: CFP13794-CDR, IEEEExplore [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://conf.sfu-kras.ru/conf/sibcon>. – ISBN: 978-1-4577-1069-8/11/2011 IEEE.
12. Vasilyev G.S. and other. Analysis of dynamic characteristics of the nonlinear amplitude-phase converter at complex input influence / G.S. Vasilyev, I.A. Kurilov, S.M. Kharchuk, D.I. Surzhik // 2013 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2013. – Catalog Number: CFP13794-CDR. SCOPUS, IEEEExplore, ISBN: 978-1-4799-1062-5/13/2013 IEEE. – P. 6693641. DOI: 10.1109/SIBCON.2013.6693641.
13. Zinov'ev G.S. Osnovy silovoj jelektroniki: uchebnik. – Ch. 1. – Novosibirsk: Izd-vo NGTU, 1999. – 199 s.
14. Yi Hu, Wanping Hu, Kai He. PSO Algorithm Based Thermoelectric Cooler Temperature Control System Design // 2019 IEEE 3rd Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC). – DOI:10.1109/IMCEC46724.2019.8984093.

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

УДК 621.391

С.Ю. АНДРЕЕВ, Н.А. ГЛИНКИН, Н.В. НИКОГОСЯН

**АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ  
В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ**

*Статья посвящена анализу алгоритмов машинного обучения, которые применяются в настоящее время в программно-конфигурируемых сетях (SDN) с целью классификации трафика, решения задачи маршрутизации, прогнозирования качества обслуживания (QoS), оценку качества восприятия (QoE), управления ресурсами и обеспечения безопасности.*

**Ключевые слова:** программно-конфигурируемая сеть; машинное обучение.

© Андреев С.Ю., Глинкин Н.А., Никогосян Н.В., 2022

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Wang M. and other. Machine learning for networking: Workflow, advances and opportunities / M. Wang, Y. Cui, X. Wang, S. Xiao, J. Jiang // IEEE Network, 2018. – Vol. 32. – № 2. – P. 92-99.
2. Breiman L. and other. Classification and Regression Trees / L. Breiman, J. Friedman, C.J. Stone, R.A. Olshen // CRC Press, 1984.
3. Breiman L. Random forests. – Machine Learning, 2001. – Vol. 45. – № 1. – P. 5-32.

4. Timotheou S. The random neural network: A survey. – The Computer Journal, 2010. – Vol. 53. – № 3. – P. 251-267.
5. Schmidhuber J. Deep learning in neural networks: An overview. – Neural Networks, 2015. – Vol. 61. – P. 85-117.
6. Pandey G., Dukkipati A. Learning by stretching deep networks // International Conference on Machine Learning, 2014. – P. 1719-1727.
7. Sak H., Senior A., Beaufays F. Long short-term memory recurrent neural network architectures for large scale acoustic modeling // Fifteenth Annual Conference of the International Speech Communication Association, 2014.
8. Li X., Wu X. Constructing long short-term memory based deep recurrent neural networks for large vocabulary speech recognition // IEEE ICASSP'15, Brisbane, QLD, Australia, April 2015. – P. 4520-4524.
9. Vapnik V.N. Statistical Learning Theory. – Wiley New York, 1998. – Vol. 1.
10. Yekkehkhany B. and other. A comparison study of different kernel functions for SVM-based classification of multi-temporal polarimetry SAR data / B. Yekkehkhany, A. Safari, S. Homayouni, M. Hasanlou. // The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2014. – Vol. 40. – № 2. – P. 281.
11. Box G.E., Tiao G.C. Bayesian Inference in Statistical Analysis. John Wiley & Sons, 2011. – Vol. 40.
12. Van Hulle M.M. Self-organizing maps. – Handbook of Natural Computing. Springer, 2012. – P. 585-622.
13. Zhou X., Belkin M. Semi-supervised learning // Academic Press Library in Signal Processing. Elsevier, 2014. – vol. 1. – P. 1239-1269.
14. Wu H., Prasad S. Semi-supervised deep learning using Pseudo labels for hyperspectral image classification // IEEE Trans. Image Processing, March 2018. – Vol. 27. – № 3. – P. 1259-1270.
15. Narmanlioglu O., Zeydan E. Learning in SDN-based multitenant cellular networks: A game-theoretic perspective // Proc. IEEE INM'17, Lisbon, Portugal, May 2017. – P. 929-934.

**Андреев Сергей Юрьевич**

ФГКВОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел  
Кандидат технических наук, сотрудник  
Тел.: 8 (4862) 54-98-28  
E-mail: us12a@mail.ru

**Глинкин Николай Алексеевич**

ФГКВОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел  
Кандидат военных наук, доцент, сотрудник  
Тел.: 8 (4862) 54-98-28

**Никогосян Нарек Варужанович**

ФГКВОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел  
Сотрудник  
Тел.: 8 (4862) 54-98-28

---

S.Yu. ANDREEV (*Candidate of Engineering Science, Employee*)

N.A. GLINKIN (*Candidate of Military Science, Associate Professor, Employee*)

N.V. NIKOGOSYAN (*Employee*)

*The Academy of Federal Security Guard Service of the Russian Federation, Orel*

**ANALYSIS OF MACHINE LEARNING  
ALGORITHMS USED IN SOFTWARE-DEFINED NETWORKS**

*The article is devoted to the analysis of machine learning algorithms that are currently used in software-defined network architectures (SDN) to solve the problems of routing, predicting quality of service (QoS), frequency of obtaining quality (QoE), resource management and security.*

**Keywords:** software defined network; machine learning.

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Wang M. and other. Machine learning for networking: Workflow, advances and opportunities / M. Wang, Y. Cui, X. Wang, S. Xiao, J. Jiang // IEEE Network, 2018. – Vol. 32. – № 2. – P. 92-99.
2. Breiman L. and other. Classification and Regression Trees / L. Breiman, J. Friedman, C.J. Stone, R.A. Olshen // CRC Press, 1984.
3. Breiman L. Random forests. – Machine Learning, 2001. – Vol. 45. – № 1. – P. 5-32.
4. Timotheou S. The random neural network: A survey. – The Computer Journal, 2010. – Vol. 53. – № 3. – P. 251-267.
5. Schmidhuber J. Deep learning in neural networks: An overview. – Neural Networks, 2015. – Vol. 61. – P. 85-117.
6. Pandey G., Dukkipati A. Learning by stretching deep networks // International Conference on Machine Learning, 2014. – P. 1719-1727.
7. Sak H., Senior A., Beaufays F. Long short-term memory recurrent neural network architectures for large scale acoustic modeling // Fifteenth Annual Conference of the International Speech Communication Association, 2014.
8. Li X., Wu X. Constructing long short-term memory based deep recurrent neural networks for large vocabulary speech recognition // IEEE ICASSP'15, Brisbane, QLD, Australia, April 2015. – P. 4520-4524.
9. Vapnik V.N. Statistical Learning Theory. – Wiley New York, 1998. – Vol. 1.
10. Yekkehkhany B. and other. A comparison study of different kernel functions for SVM-based classification of multi-temporal polarimetry SAR data / B. Yekkehkhany, A. Safari, S. Homayouni, M. Hasanlou. // The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2014. – Vol. 40. – № 2. – P. 281.
11. Box G.E., Tiao G.C. Bayesian Inference in Statistical Analysis. John Wiley & Sons, 2011. – Vol. 40.
12. Van Hulle M.M. Self-organizing maps. – Handbook of Natural Computing. Springer, 2012. – P. 585-622.
13. Zhou X., Belkin M. Semi-supervised learning // Academic Press Library in Signal Processing. Elsevier, 2014. – vol. 1. – P. 1239-1269.
14. Wu H., Prasad S. Semi-supervised deep learning using Pseudo labels for hyperspectral image classification // IEEE Trans. Image Processing, March 2018. – Vol. 27. – № 3. – P. 1259-1270.
15. Narmanlioglu O., Zeydan E. Learning in SDN-based multitenant cellular networks: A game-theoretic perspective // Proc. IEEE INM'17, Lisbon, Portugal, May 2017. – P. 929-934.

УДК 004.722

К.А. БАТЕНКОВ

**ПАРАМЕТРЫ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
АНАЛОГОВЫХ ОКОНЧАНИЙ СЕТЕЙ СВЯЗИ**

*Показано, что существует множество возможных типов соединений, таких как национальные, международные цепи, цепи, проложенные по нескольким взаимосвязанным сетям, цепи с использованием частных сетей и тому подобные. Указывается, что хотя канал тональной частоты рассчитан на частотный диапазон от 300 Гц до 3 400 Гц, значения потерь и усиления рассматриваются только на одной частоте, обычно эталонной 1020 Гц, 1004 Гц в североамериканских стандартах или 800 Гц для устаревших аналоговых систем.*

**Ключевые слова:** качество обслуживания; телекоммуникационная услуга; аналоговое окончание; канал тональной частоты; параметр.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rec. G.101. The transmission plan. – 2003–11. – Geneva: ITU-T, 2003. – 34 p.
2. Нормы на электрические параметры каналов тональной частоты магистральной и внутризоновых первичных сетей: Утв. М-вом связи РФ 15.04.96. – М.: МК-Полиграф, 1996. – 96 с.
3. Батенков А.А., Батенков К.А., Фокин А.Б. Методы формирования множеств состояний телекоммуникационных сетей для различных мер связности // Труды СПИИРАН, 2020. – Т. 19. – № 3. – С. 644-673.
4. Батенков К.А. Технический эффект оптимальных линейных модуляции и демодуляции в беспроводных системах связи. – Известия Института инженерной физики, 2015. – № 1 (35). – С. 24-28.
5. EG 201 050. Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); Overall Transmission Plan Aspects for Telephony in a Private Network. – V. 1.2.2. – 1999–02. – Sophia Antipolis: ETSI, 1999. – 136 p.
6. ГОСТ 24204-80 (СТ СЭВ 1349-78). Единица децибел для измерений уровней, затуханий и усиления в технике проводной связи. – Введ. 1980–07–01. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 6 с.
7. Батенков К.А. и др. Границы вероятности символьной ошибки для канала связи с логнормальными замираниями при использовании предсказаний и помехоустойчивого кодирования / К.А. Батенков, В.В. Гусев, М.В. Илюшин, О.Н. Катков, А.А. Мельников, М.В. Стремоухов // Телекоммуникации, 2018. – № 2. С. 45-48.
8. Батенков К.А. Обобщенный пространственно-матричный вид энергетических ограничений систем связи. – Известия Тульского государственного университета. – Технические науки, 2013. – № 3. – С. 238-245.
9. Батенков А.А., Батенков К.А. Дискретизация линейного канала связи с памятью и аддитивным белым гауссовским шумом численным методом. – Математическое моделирование, 2009. – Т. 21. – № 1. – С. 53-74.
10. Rec. O.41. Psophometer for use on telephone-type circuits. – 1994–10. – Geneva: ITU-T, 1994. – 17 p.
11. Rec. Q.551. Transmission characteristics of digital exchanges. – 2002–01. – Geneva: ITU-T, 2002. – 38 p.
12. Rec. Q.552. Transmission characteristics at 2-wire analogue interfaces of digital exchanges. – 1996–11. – Geneva : ITU-T, 1996. – 43 p.
13. Батенков К.А. и др. Оценка параметров алгоритмов диспетчеризации на основе имитационного моделирования в программной среде Riverbed / К.А. Батенков, А.Е. Миронов, А.В. Королев, А.Н. Орешин // Телекоммуникации, 2018. – № 8. – С. 17-23.
14. Rec. G.100.1. The use of the decibel and of relative levels in speechband telecommunications. – 2015–06. – Geneva: ITU-T, 2015. – 36 p.
15. Батенков К.А. Дискретные отображения модели непрерывного канала связи на основе обобщенного ряда Фурье. – Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета, 2013. – № 43. – С. 12-20.
16. Батенков К.А. Математические модели модулятора и демодулятора с заданным порядком нелинейности. – Цифровая обработка сигналов, 2013. – № 1. – С. 14-21.

**Батенков Кирилл Александрович**

ФГКВОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел

Доктор технических наук, доцент, сотрудник

E-mail: pustur@yandex.ru

---

K.A. BATENKOV (*Doctor of Engineering Science, Employee*)  
*The Academy of Federal Security Guard Service of the Russian Federation, Orel*

NETWORK PERFORMANCE PARAMETERS OF ANALOG TERMINALS

*It is shown that there are many possible types of connections, such as national, international chains, chains laid over several interconnected networks, chains using private networks, and the like. It is indicated that although the tonal frequency channel is designed for a frequency range from 300 Hz to 3,400 Hz, the loss and gain values are considered only at one frequency, usually the reference 1020 Hz, 1004 Hz in North American standards or 800 Hz for outdated analog systems.*

**Keywords:** *quality of service; telecommunication service; analog termination; tone frequency channel; parameter.*

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Rec. G.101. The transmission plan. – 2003–11. – Geneva: ITU-T, 2003. – 34 p.
2. Normy na jelektricheskie parametry kanalov tonal'noj chastoty magistral'noj i vnutrizonovyh pervichnyh setej: Utv. M-vom svjazi RF 15.04.96. – M.: MK-Poligraf, 1996. – 96 s.
3. Batenkov A.A., Batenkov K.A., Fokin A.B. Metody formirovanija mnozhestv sostojanij telekommunikacionnyh setej dlja razlichnyh mer svjaznosti // Trudy SPIIRAN, 2020. – T. 19. – № 3. – S. 644-673.
4. Batenkov K.A. Tehniceskij jeffekt optimal'nyh linejnyh moduljacji i demoduljacji v besprovodnyh sistemah svjazi. – Izvestija Instituta inzhenernoj fiziki, 2015. – № 1 (35). – S. 24-28.
5. EG 201 050. Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); Overall Transmission Plan Aspects for Telephony in a Private Network. – V. 1.2.2. – 1999–02. – Sophia Antipolis: ETSI, 1999. – 136 p.
6. GOST 24204-80 (ST SJeV 1349-78). Edinica decibel dlja izmerenij urovnej, zatuhaniy i usilenij v tehnike provodnoj svjazi. – Vved. 1980–07–01. – M.: Izdatel'stvo standartov, 1988. – 6 s.
7. Batenkov K.A. i dr. Granicy verojatnosti simvol'noj oshibki dlja kanala svjazi s lognormal'nymi zamiraniyami pri ispol'zovanii predyskazhenij i pomehoustojchivogo kodirovanija / K.A. Batenkov, V.V. Gusev, M.V. Iljushin, O.N. Katkov, A.A. Mel'nikov, M.V. Stremouhov // Telekommunikacii, 2018. – № 2. S. 45-48.
8. Batenkov K.A. Obobshhennyj prostranstvenno-matrichnyj vid jenergeticheskikh ogranichenij sistem svjazi. – Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. – Tehniceskie nauki, 2013. – № 3. – S. 238-245.
9. Batenkov A.A., Batenkov K.A. Diskretizacija linejnogo kanala svjazi s pamjat'ju i additivnym belym gaussovskim shumom chislennym metodom. – Matematicheskoe modelirovanie, 2009. – T. 21. – № 1. – S. 53-74.
10. Rec. O.41. Psophometer for use on telephone-type circuits. – 1994–10. – Geneva: ITU-T, 1994. – 17 p.
11. Rec. Q.551. Transmission characteristics of digital exchanges. – 2002–01. – Geneva: ITU-T, 2002. – 38 p.
12. Rec. Q.552. Transmission characteristics at 2-wire analogue interfaces of digital exchanges. – 1996–11. – Geneva: ITU-T, 1996. – 43 p.
13. Batenkov K.A. i dr. Ocenka parametrov algoritmov dispetcherizacii na osnove imitacionnogo modelirovanija v programmnoj srede Riverbed / K.A. Batenkov, A.E. Mironov, A.V. Korolev, A.N. Oreshin // Telekommunikacii, 2018. – № 8. – S. 17-23.
14. Rec. G.100.1. The use of the decibel and of relative levels in speechband telecommunications. – 2015–06. – Geneva: ITU-T, 2015. – 36 p.
15. Batenkov K.A. Diskretnye otobrazhenija modeli nepreryvnogo kanala svjazi na osnove obobshhennogo rjada Fur'e. – Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo radiotehniceskogo universiteta, 2013. – № 43. – S. 12-20.
16. Batenkov K.A. Matematicheskie modeli moduljatora i demoduljatora s zadannym porjadjkom nelinejnosti. – Cifrovaja obrabotka signalov, 2013. – № 1. – S. 14-21.

УДК 654.172

А.Н. ОРЕШИН, Н.А. ШИТИКОВ

## ГИБРИДИЗАЦИЯ НА ОСНОВЕ MPLS В SDN

*В данной статье представлена гибридная модель ПКС на основе классов для сетей с коммутацией меток нескольких протоколов MPLS. В существующих сетях архитектура MPLS очень похожа на модель ПКС с точки зрения разделения плоскостей управления и данных, абстракции потоков и т.д. Более того, интернет-провайдеры предпочитали MPLS на протяжении многих лет благодаря преимуществам виртуальных частных сетей и организации трафика. Основная идея заключается в разделении трафика с использованием классов эквивалентности пересылки на входном маршрутизаторе, правила обновления централизованного контроллера, использующего OpenFlow. Поэтому основная задача ориентирована на использование стандартной плоскости данных MPLS совместно с плоскостью управления, основанной на OpenFlow, с целью разработки метода регулярного поэтапного развертывания, а также модели гибридного функционирования сетей.*

**Ключевые слова:** SDN; MPLS; гибрид-SDN; проектирование трафика.

© Орешин А.Н., Шитиков Н.А., 2022

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уолрэнд Дж. Телекоммуникационные и компьютерные сети. – М.: Постмаркет, 2007.
2. Новиков Ю.В., Кондратенко С.В. Локальные сети. Архитектура, алгоритмы, проектирование. – М.: ЭКОМ, 2009.
3. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. СПб: Питер, 2016. – 992 с.
4. Деарт В.Ю. Мультисервисные сети связи. Транспортные сети и сети доступа. – М.: Брис-М, 2014. – 189 с.
5. Нанс Б. Компьютерные сети / Пер. с англ. – М.: «БИНОМ», 2006.

#### **Орешин Андрей Николаевич**

ФГКВБОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел  
Кандидат технических наук, доцент, сотрудник  
Тел: 8 (4862) 54-99-13  
E-mail: strongnuts@mail.ru

#### **Шитиков Николай Александрович**

ФГКВБОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел  
Сотрудник  
Тел: 8 (4862) 54-99-13  
E-mail: nik.shitikov1989@mail.ru

---

A.N. OREShIN (*Candidate of Engineering Science, Associate Professor, Employee*)

N.A. ShITIKOV (*Employee*)

*The Academy of Federal Security Guard Service of the Russian Federation, Orel*

### MPLS BASED HYBRIDIZATION IN SDN

*This article presents a class-based hybrid model of the SDN for networks with label switching of several MPLS protocols. In existing networks, the MPLS architecture is very similar to the SDN model in terms of separation of control and data planes, abstraction of flows, etc. Moreover, Internet service providers have preferred MPLS for many*

years due to the advantages of virtual private networks and traffic organization. The main idea is to separate traffic using forwarding equivalence classes on the input router, the update rules of a centralized controller using OpenFlow. Therefore, the main task is focused on using the standard MPLS data plane together with the OpenFlow-based control plane in order to develop a method of regular phased deployment, as well as a model of hybrid network functioning.

**Keywords:** SDN; MPLS; hybrid-SDN; traffic engineering.

#### **BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Uolrjend Dzh. Telekommunikacionnye i komp'yuternye seti. – М.: Postmarket, 2007.
2. Novikov Ju.V., Kondratenko S.V. Lokal'nye seti. Arhitektura, algoritmy, proektirovanie. – М.: JeKOM, 2009.
3. Olifer V.G., Olifer N.A. Komp'yuternye seti. Principy, tehnologii, protokoly. SPb: Piter, 2016. – 992 s.
4. Deart V.Ju. Mul'tiservisnye seti svjazi. Transportnye seti i seti dostupa. – М.: Bris-M, 2014. – 189 s.
5. Nans B. Komp'yuternye seti / Per. s angl. – М.: «BINOM», 2006.

#### *ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ*

УДК 004.056

М.С. ЖАРКОВА, А.И. КОЗАЧОК, В.М. КОЗЛОВА, О.А. СУББОТЕНКО

#### **АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ**

*В статье представлен оптимизированный подход к контролю инцидентов информационной безопасности компьютерной сети, разработан алгоритм их обнаружения. Приведена методика определения множества существенных факторов политики информационной безопасности, требующих детального контроля. Определены границы эталонных значений значимых факторов и экспериментально подтверждено отклонение их значений от эталонных при реализации атак. Построена структурная модель подсистемы обнаружения инцидентов на основе анализа параметров протокола SNMP с использованием аппарата нейронной сети, выполнена ее программная реализация на языке Python и экспериментально доказана эффективность*

**Ключевые слова:** компьютерная сеть; аномалия; политика информационной безопасности; инцидент информационной безопасности; существенные факторы информационной безопасности; DoS-атака; нейронная сеть.

© Жаркова М.С., Козачок А.И., Козлова В.М., Субботенко О.А., 2022

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Козачок А.И. и др. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2020666978 Российская Федерация. Автоматизированная подсистема контроля реализации политики безопасности / А.И. Козачок, В.В. Рябоконе, А.А. Кузькин, В.М. Козлова, А.Д. Мельников; заявитель и правообладатель Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации»; № 2020666978; заявл. 03.12.2020; опубл. 18.12.2020.
2. ISO/IEC 27035-2011 Информационные технологии. Методы обеспечения безопасности. Менеджмент инцидентов информационной безопасности [Электронный ресурс]. – URL: <http://cryptohistory.ru/pages/uib-14/> (дата обращения: 20.10.2020).
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2006 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности –

- Требования [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-mek-27001-2006> (дата обращения: 20.10.2020).
4. Зефилов С.Л., Щербакова А.Ю. Оценка инцидентов информационной безопасности // Доклады Томского гос. университета, 2014. – № 2(32). – С. 77-81. [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_21571465\\_15170113.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_21571465_15170113.pdf) (дата обращения: 17.10.2020).
  5. Козачок А.И., Козлова В.М. Алгоритм выбора существенных факторов возникновения инцидентов информационной безопасности // Материалы XIII Международной научно-практической конференции Роснаука (20 июля 2020, С-Пб). – С-Пб, 2020. – С. 694-698.
  6. Козачок А.И., Козлова В.М. Обоснование параметров контроля политики информационной безопасности // Материалы научно-практической конференции (7-8 ноября 2019, Орел). – Орел, 2019. – С. 81-83.
  7. Крянев А.В., Семенов С.С. К вопросу о качестве и надежности экспертных оценок при определении технического уровня сложных систем. – Надежность, 2013. – № 4(47). – С. 90-99 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dependability.ru/jour/article/viewFile/34/98> (дата обращения: 17.10.2020).
  8. Монахова М.М. Модели и алгоритмы контроля инцидентов информационной безопасности в корпоративной телекоммуникационной сети. Диссертация к.т.н. по спец. 05.12.13. – Владимир: Владимирский государственный имени Александра Георгиевича и Николая Григорьевича Столетовых, 2016. – 137 с.
  9. Писаренко И. Выявление инцидентов информационной безопасности. – InformationSecurity, 2009. – №7-8 [Электронный ресурс]. – URL: <https://lib.itsec.ru/articles2/control/vyyavlenie-incidentov-informacionnoy-bezopasnosti> (дата обращения: 16.10.2020).
  10. Цибуля А.Н., Козачок А.И., Козлова В.М. Экспериментальная оценка обнаружения аномалий в компьютерной сети. – Системы управления и информационные технологии. – Научно-технический журнал, 2021. – № 4(86). – С. 22-27.

**Жаркова Маргарита Сергеевна**

ФГКВОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел  
Сотрудник

**Козачок Александр Иванович**

ФГКВОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел  
Сотрудник  
Тел.: 8 (4862) 54-98-37

**Козлова Валерия Максимовна**

ФГКВОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел  
Сотрудник  
E-mail: Post\_for\_2010@mail.ru

**Субботенко Ольга Алексеевна**

ФГКВОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел  
Сотрудник  
Тел.: 8 (4862) 54-98-32

---

M.S. ZhARKOVA (*Employee*)

A.I. KOZACHOK (*Employee*)

V.M. KOZLOVA (*Employee*)

O.A. SUBBOTENKO (*Employee*)

**EXPERIMENTAL EVALUATION  
OF THE DETECTION OF ANOMALIES IN A COMPUTER NETWORK**

*The article presents an optimized approach to the control of computer network information security incidents. A methodology has been developed for determining many significant factors of information security policy that require detailed control. The boundaries of the reference values of significant factors are determined and the deviation of their values from the reference values during the implementation of attacks is experimentally confirmed. A functional model of the incident detection subsystem has been constructed, based on the analysis of the parameters of the SNMP protocol using the neural network apparatus, its software implementation in python has been performed and its effectiveness has been experimentally proven.*

**Keywords:** *computer network; anomaly; information security policy; information security incident; essential information security factors; DoS attack; neural network.*

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Kozachok A.I. i dr. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM 2020666978 Rossijskaja Federacija. Avtomatizirovannaja podsystema kontrolja realizacii politiki bezopasnosti / A.I. Kozachok, V.V. Rjabokon', A.A. Kuz'kin, V.M. Kozlova, A.D. Mel'nikov; zajavitel' i pravoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe kazennoe voennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovanija «Akademija Federal'noj sluzhby ohrany Rossijskoj Federacii»; № 2020666978; zajavl. 03.12.2020; opubl. 18.12.2020.
2. ISO/IEC 27035-2011 Informacionnye tehnologii. Metody obespechenija bezopasnosti. Menedzhment incidentov informacionnoj bezopasnosti [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://cryptohistory.ru/pages/uib-14/> (data obrashhenija: 20.10.2020).
3. GOST R ISO/MJeK 27001-2006 Informacionnaja tehnologija. Metody i sredstva obespechenija bezopasnosti. Sistemy menedzhmenta informacionnoj bezopasnosti – Trebovanija [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-mek-27001-2006> (data obrashhenija: 20.10.2020).
4. Zefirov S.L., Shherbakova A.Ju. Ocenka incidentov informacionnoj bezopasnosti // Doklady Tomskogo gos. universiteta, 2014. – № 2(32). – S. 77-81. [Jelektronnyj resurs]. – URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_21571465\\_15170113.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_21571465_15170113.pdf) (data obrashhenija: 17.10.2020).
5. Kozachok A.I., Kozlova V.M. Algoritm vybora sushhestvennyh faktorov vzniknovenija incidentov informacionnoj bezopasnosti // Materialy XIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii Rosnauka (20 ijulja 2020, S-Pb). – S-Pb, 2020. – S. 694-698.
6. Kozachok A.I., Kozlova V.M. Obosnovanie parametrov kontrolja politiki informacionnoj bezopasnosti // Materialy nauchno-prakticheskoj konferencii (7-8 nojabrja 2019, Orel). – Orel, 2019. – S. 81-83.
7. Krjanev A.V., Semenov S.S. K voprosu o kachestve i nadezhnosti jekspertnyh ocenok pri opredelenii tehničeskogo urovnja slozhnyh sistem. – Nadezhnost', 2013. – № 4(47). – S. 90-99 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.dependability.ru/jour/article/viewFile/34/98> (data obrashhenija: 17.10.2020).
8. Monahova M.M. Modeli i algoritmy kontrolja incidentov informacionnoj bezopasnosti v korporativnoj telekommunikacionnoj seti. Dissertacija k.t.n. po spec. 05.12.13. – Vladimir: Vladimirsij gosudarstvennyj imeni Aleksandra Georgievicha i Nikolaja Grigor'evicha Stoletovyh, 2016. – 137 s.
9. Pisarenko I. Vyjavlenie incidentov informacionnoj bezopasnosti. – InformationSecurity, 2009. – №7-8 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://lib.itsec.ru/articles2/control/vyjavlenie-incidentov-informacionnoy-bezopasnosti> (data obrashhenija: 16.10.2020).
10. Cibulja A.N., Kozachok A.I., Kozlova V.M. Jekspertnaja ocenka obnaruzhenija anomalij v komp'juternoj seti. – Sistemy upravlenija i informacionnye tehnologii. – Nauchno-tehničeskij zhurnal, 2021. – № 4(86). – S. 22-27.

УДК 004.7

В.А. ЛИПАТНИКОВ, А.А. ШЕВЧЕНКО

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ  
ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ  
ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ  
НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗЛОУМЫШЛЕННИКА**

*Для принятия корректных решений администратору безопасности по обеспечению требуемого уровня защищенности распределенной информационной системы предприятия в условиях несанкционированного воздействия злоумышленника применяют моделирование конфликтных ситуаций в информационном пространстве.*

*Цель исследования: определить степень влияния внутренних и внешних факторов процесса управления информационной безопасностью на вероятность защищенности системы за счет математического моделирования.*

*Результаты: предложена математическая модель процесса управления информационной безопасностью распределенной информационной системы, учитывающая характеристики процесса воздействия злоумышленника, на основе использования теории массового обслуживания и метода Марковских цепей.*

*Практическая значимость: предлагаемую модель возможно использовать при разработке и совершенствованию систем управления информационной безопасностью распределенных информационных систем, а также при оценке защищенности этих систем.*

**Ключевые слова:** *информационная безопасность; распределенная информационная система; несанкционированное воздействие; математическая модель; теория массового обслуживания; метод Марковских цепей.*

© Липатников В.А., Шевченко А.А., 2022

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Котенко И.В. и др. Оценка киберустойчивости компьютерных сетей на основе моделирования кибератак методом преобразования стохастических сетей / И.В. Котенко, И.Б. Саенко, М.А. Коцыняк, О.С. Лауга // Труды СПИИРАН, 2017. – № 6(55). – С. 160-184.
2. Дойникова Е.В., Котенко И.В. Совершенствование графов атак для мониторинга кибербезопасности: оперирование неточностями, обработка циклов, отображение инцидентов и автоматический выбор защитных мер // Труды СПИИРАН, 2018. – № 2(57). – С. 211-240.
3. Abraham S., Nair S. A predictive framework for cyber security analytics using attack graphs. – International Journal of Computer Networks & Communications (IJCNC), 2015. – Vol. 7. – № 1. – P. 1-17.
4. Singhal A., Ou X. Security risk analysis of enterprise networks using probabilistic attack graphs. – Network Security Metrics, 2017. – P. 53-73.
5. Зегжда Д.П. и др. Кибербезопасность прогрессивных производственных технологий в эпоху цифровой трансформации / Д.П. Зегжда, Ю.С. Васильев, М.А. Полтавцева, И.Ф. Кефели, А.И. Боровков // Вопросы кибербезопасности, 2018. – № 2(26). – С. 2-15.
6. Федорченко А.В., Дойникова Е.В., Котенко И.В. Автоматизированное определение активов и оценка их критичности для анализа защищенности информационных систем // Труды СПИИРАН, 2019. – Т. 18. – № 5. – С. 1182–1211.
7. Шевченко А.А. Математическая модель информационного противоборства двух систем в информационно-телекоммуникационном пространстве // Инновационная деятельность в

- Вооруженных Силах Российской Федерации: Труды всеармейской научно-практической конференции. 14-15 октября 2020 года, – СПб.: ВАС, 2020. – С. 233-238.
8. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: учебник. – 12-е изд., стер. – Москва: Юстиция, 2018. – 658 с.
  9. Шевченко А.А. Модель процесса несанкционированного воздействия нарушителем на информационно-телекоммуникационную сеть // Инновационная деятельность в Вооруженных Силах Российской Федерации: Труды всеармейской научно-практической конференции; 10-11 октября 2019 г. – СПб.: ВАС, 2019. – С. 158-166.
  10. Шевченко А.А. Модель процесса защиты информационно-телекоммуникационной сети от несанкционированного воздействия // Инновационная деятельность в Вооруженных Силах Российской Федерации: Труды всеармейской научно-практической конференции; 10-11 октября 2019 г. – СПб.: ВАС, 2019. – С. 166-173.
  11. Сокол Д.С. Расчет коэффициентов воздействия атак на программно-аппаратное оборудование / Д.С. Сокол, В.С. Косолапов, В.А. Липатников, В.А. Парфиров, А.А. Шевченко // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2021616926 – М.: ФГУП ФИПС, 2021. – 1с.

**Липатников Валерий Алексеевич**

Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного, г. Санкт-Петербург

Доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник научно-исследовательского центра  
Тел.: 8 921 912 70 81, ORCID 0000-0002-3736-4743

E-mail: lipatnikovanl@mail.ru

**Шевченко Александр Александрович**

Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного, г. Санкт-Петербург

Научный сотрудник научно-исследовательского центра  
Тел: 8 981 742 50 02, ORCID 0000-0001-9113-1089

E-mail: alex\_pavel1991@mail.ru

---

V.A. LIPATNIKOV (*Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
Senior Researcher of Scientific Research Center*)

A.A. ShEVChENKO (*Researcher of Science of Science Research Center  
Military Academy of Telecommunications named after Marshal S.M. Budyonny, Saint Petersburg*)

**MATHEMATICAL MODEL OF INFORMATION SECURITY MANAGEMENT PROCESS  
FOR A DISTRIBUTED INFORMATION SYSTEM UNDER CONDITIONS  
OF UNAUTHORIZED ATTACKER IMPACT**

*To make the correct decisions for the security administrator to ensure the required level of security of the distributed information system of the enterprise in conditions of unauthorized attack by an attacker, modeling of conflict situations in the information space is used.*

*Purpose of the study: to determine the degree of influence of internal and external factors of the information security management process on the probability of system security due to mathematical modeling.*

*Results: a mathematical model of the information security management process of a distributed information system is proposed, taking into account the characteristics of the process of attacking an attacker, based on the use of queuing theory and the Markov method chains.*

*Practical significance: the proposed model can be used in the development and improvement of information security management systems for distributed information systems, as well as in assessing the security of these systems.*

**Keywords:** *information security; distributed information system; unauthorized influence; mathematical model; queuing theory; method of Markov chains.*

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Kotenko I.V. i dr. Ocenka kiberustojchivosti komp'juternyh setej na osnove modelirovanija kiberatak metodom preobrazovanija stohasticheskikh setej / I.V. Kotenko, I.B. Saenko, M.A. Kocynjak, O.S. Lauta // Trudy SPIIRAN, 2017. – № 6(55). – S. 160-184.
2. Dojnikova E.V., Kotenko I.V. Sovershenstvovanie grafov atak dlja monitoringa kiberbezopasnosti: operirovanie netochnostjami, obrabotka ciklov, otobrazhenie incidentov i avtomaticheskij vybor zashhitnyh mer // Trudy SPIIRAN, 2018. – № 2(57). – S. 211-240.
3. Abraham S., Nair S. A predictive framework for cyber security analytics using attack graphs. – International Journal of Computer Networks & Communications (IJCNC), 2015. – Vol. 7. – № 1. – P. 1-17.
4. Singhal A., Ou X. Security risk analysis of enterprise networks using probabilistic attack graphs. – Network Security Metrics, 2017. – P. 53-73.
5. Zegzhda D.P. i dr. Kiberbezopasnost' progressivnyh proizvodstvennyh tehnologij v jepohu cifrovoj transformacii / D.P. Zegzhda, Ju.S. Vasil'ev, M.A. Poltavceva, I.F. Kefeli, A.I. Borovkov // Voprosy kiberbezopasnosti, 2018. – № 2(26). – S. 2-15.
6. Fedorchenko A.V., Dojnikova E.V., Kotenko I.V. Avtomatizirovannoe opredelenie aktivov i ocenka ih kritichnosti dlja analiza zashhishhennosti informacionnyh system // Trudy SPIIRAN, 2019. – T. 18. – № 5. – S. 1182–1211.
7. Shevchenko A.A. Matematicheskaja model' informacionnogo protivoborstva dvuh sistem v informacionno-telekommunikacionnom prostranstve // Innovacionnaja dejatel'nost' v Vooruzhennyh Silah Rossijskoj Federacii: Trudy vsearmejskoj nauchno-prakticheskoi konferencii. 14-15 oktjabrja 2020 goda, – SPb.: VAS, 2020. – S. 233-238.
8. Ventcel' E.S. Teorija verojatnostej: uchebnik. – 12-e izd., ster. – Moskva: Justicija, 2018. – 658 s.
9. Shevchenko A.A. Model' processa nesankcionirovannogo vozdejstvija narushitelem na informacionno-telekommunikacionnuju set' // Innovacionnaja dejatel'nost' v Vooruzhennyh Silah Rossijskoj Federacii: Trudy vsearmejskoj nauchno-prakticheskoi konferencii; 10-11 oktjabrja 2019 g. – SPb.: VAS, 2019. – S. 158-166.
10. Shevchenko A.A. Model' processa zashhity informacionno-telekommunikacionnoj seti ot nesankcionirovannogo vozdejstvija // Innovacionnaja dejatel'nost' v Vooruzhennyh Silah Rossijskoj Federacii: Trudy vsearmejskoj nauchno-prakticheskoi konferencii; 10-11 oktjabrja 2019 g. – SPb.: VAS, 2019. – S. 166-173.
11. Sokol D.S. Raschet koeficientov vozdejstvija atak na programmno-apparatnoe oborudovanie / D.S. Sokol, V.S. Kosolapov, V.A. Lipatnikov, V.A. Parfirov, A.A. Shevchenko // Svidetel'stvo o registracii programmy dlja JeVM № 2021616926 – M.: FGUP FIPS, 2021. – 1s.

**ТРЕБОВАНИЯ**  
**к оформлению статьи для опубликования в журнале**  
**«Информационные системы и технологии»**

**ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

Объем материала, предлагаемого к публикации, измеряется страницами текста на листах **формата А4** и содержит от **4 до 9 страниц**; все страницы рукописи должны иметь сплошную нумерацию.

В одном сборнике может быть опубликована только **одна статья одного автора**, включая соавторство.

Аннотации всех публикуемых материалов, ключевые слова, информация об авторах, списки литературы будут находиться в свободном доступе на сайте соответствующего журнала и на сайте Российской научной электронной библиотеки – РУНЭБ (Российский индекс научного цитирования).

Помимо статьи авторы должны представить заключение о возможности открытого опубликования статьи.

**ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ НАУЧНОЙ СТАТЬИ**

Научная статья, предоставляемая в журналы, должна иметь следующие **обязательные** элементы:

- постановка проблемы или задачи в общем виде;
- анализ достижений и публикаций, в которых предлагается решение данной проблемы или задачи, на которые опирается автор, выделение научной новизны;
- исследовательская часть;
- обоснование полученных результатов;
- выводы по данному исследованию и перспективы дальнейшего развития данного направления;
- библиография.

**ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ НАУЧНОЙ СТАТЬИ**

Статья должна быть набрана шрифтом Times New Roman, размер 12 pt с одинарным интервалом, текст выравнивается по ширине; абзацный отступ – 1,25 см, правое поле – 2 см, левое поле – 2 см, поля внизу и сверху – 2 см.

**Обязательные элементы:**

- **УДК**
- **заглавие (на русском и английском языках)**
- **аннотация (на русском и английском языках)**
- **ключевые слова (на русском и английском языках)**
- **список литературы**, на которую автор ссылается в тексте статьи.

**ТАБЛИЦЫ, РИСУНКИ, ФОРМУЛЫ**

Все таблицы, рисунки и основные формулы, приведенные в тексте статьи, должны быть пронумерованы.

**Формулы** следует набирать в редакторе формул Microsoft Equation 3.0 с размерами: обычный шрифт – 12 pt, крупный индекс – 10 pt, мелкий индекс – 8 pt. **Формулы, внедренные как изображение, не допускаются!** Русские и греческие буквы, а также обозначения тригонометрических функций набираются прямым шрифтом, латинские буквы – *курсивом*.

**Рисунки** и другие иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые. Рисунки, число которых должно быть логически оправданным, представляются в виде отдельных файлов в формате \*.eps (Encapsulated PostScript) или TIF размером не менее 300 dpi.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

В конце статьи приводятся набранные 10 pt сведения об авторах в такой последовательности: фамилия, имя, отчество (полужирный шрифт); учреждение или организация, ученая степень, ученое звание, должность, адрес, телефон, электронная почта (обычный шрифт). Сведения об авторах также предоставляются отдельным файлом и обязательно дублируются на английском языке.