

ISSN 2072-8964

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

4 (132) 2022

№ 4(132) 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 15.06.2022 г.  
Подписано в печать 26.06.2022 г.  
Дата выхода в свет 31.08.2022 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.....5-49
2. Информационные технологии в социально-экономических и организационно-технических системах .....50-59
3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.....60-88
4. Математическое и программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем.....89-93
5. Телекоммуникационные системы и компьютерные сети.....94-111
6. Информационная безопасность и защита информации.....112-128

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.

# Information Systems and Technologies

Scientific and technical journal

№ 4(132) 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 15.06.2022*

*26.06.2022 is put to bed*

*Date of publication 31.08.2022*

*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.....5-49
2. Information technologies in social and economic and organizational-technical systems.....50-59
3. Automation and control of technological processes and manufactures.....60-88
4. Software of the computer facilities and the automated systems.....89-93
5. Telecommunication systems and computer networks.....94-111
6. Information and data security.....112-128

## 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  
ПИ №ФС 77-67168 от 16 сентября 2016 г.*

© Orel State University, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

<i>А.А. АДЕРКИНА, А.Ю. ТРУШАНИН, М.А. ШАШАНОВ, В.Ю. ШУМИЛОВ</i> Комплекс программных инструментов для решения задач радиопланирования .....	5-15
<i>Т.Н. БАЛАБАНОВА, Е.Г. ЖИЛЯКОВ, А.В. КОСЬКИН, А.А. ЧЕРНОМОРЕЦ</i> О применении субполосного анализа в задачах нахождения инвариантов нечетких фрагментов рукописных текстов.....	16-22
<i>А.Е. ЗУБАНОВА, А.А. МОРОЗОВ, С.В. НОВИКОВ, Ю.С. СОРОКВАШИНА, А.Е. ТРУБИН</i> Автоматизация оценки кредитоспособности потенциального заемщика на основе последовательного применения современных методов анализа данных и машинного обучения.....	23-32
<i>С.В. ЗУЕВ, Ш.С. ТИНЕ</i> Совместная дистрибуция в сельскохозяйственной цепи поставок в гибком временном окне на основе алгоритма имитационно-генетического отжига.....	33-43
<i>А.Н. ПАРШУКОВ</i> Метод оценки эффективности режимов сепарации нефти, газа и пластовой воды.....	44-49

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

<i>В.А. ВАЛУХОВ, Р.А. ЛУНЕВ, Д.С. НОВИКОВА, Д.В. РЯЗАНСКИЙ, Д.Д. СЕЛЮТИН, Е.А. СУРОВА</i> Анализ современного состояния развития городского хозяйства в России.....	50-59
--	-------

### АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

<i>А.Н. АННЕНКОВ, О.В. БЕЛОУСОВА</i> Развитие моделей и алгоритмического обеспечения системы управления установки нанесения фоторезиста.....	60-68
<i>Г.С. ВАСИЛЬЕВ, С.В. ЕРЕМЕНКО, И.С. КОНСТАНТИНОВ, О.Р. КУЗИЧКИН, Д.И. СУРЖИК</i> Контроль работоспособности термоэлектрических систем охлаждения на основе анализа динамических режимов.....	69-77
<i>С.А. КЛИНОВЕНКО, П.С. ЛОЖНИКОВ, Л.В. ПЛЕТНЕВ, А.Е. СУЛАВКО</i> Применение методов машинного обучения в задачах прогнозирования аварийных ситуаций при бурении и эксплуатации скважин на месторождениях нефти и газа.....	78-88

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

<i>Н.М. ГЕРАСИМОВА, П.В. ЛУКЬЯНОВ</i> Разработка модели системы контроля процесса выполнения выпускной квалификационной работы.....	89-93
--	-------

### ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

<i>К.А. БАТЕНКОВ, А.В. КУЛАЕВ</i> Выбор метрики маршрутизации в беспроводных mesh-сетях.....	94-102
<i>А.Е. МИРОНОВ, А.Н. ОРЕШИН</i> Особенности обслуживания трафика реального времени звеном мультисервисной сети связи в условиях введения ограничения на число установленных соединений малоресурсного сервиса.....	103-111

### ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

<i>М.А. ГЛАДЫШЕВ, В.А. ШУТОВ</i> Угроза несанкционированного раскрытия критически важных данных операционной системы Windows 10.....	112-119
<i>В.Т. ЕРЕМЕНКО, А.Н. ОСИПОВ, М.Ю. РЫТОВ, А.П. ФИСУН</i> Методика сбора и обработки данных оперативно-диспетчерского управления объектами транспорта газа в труднодоступных районах .....	120-128

## CONTENT

### MATHEMATICAL AND COMPUTER SIMULATION

- A.A. ADYORKINA, A.Yu. TRUSHANIN, M.A. ShASHANOV, V.Yu. ShUMILOV*  
Complex of software tools for solving radio planning tasks .....5-15
- T.N. BALABANOVA, E.G. ZhILYAKOV, A.V. KOS'KIN, A.A. ChERNOMOREC*  
On the application of subband analysis in the problem of finding invariants of fuzzy fragments of handwritten texts.....16-22
- A.E. ZUBANOVA, A.A. MOROZOV, S.V. NOVIKOV, Yu.S. SOROKVASHINA, A.E. TRUBIN*  
Automation of creditworthiness assessment of a potential borrower based on the consistent application of modern methods of data analysis and machine learning.....23-32
- S.V. ZUEV, Sh.S. TINE*  
Co-distribution in a flexible time window of the agricultural supply chain based on a simulated genetic annealing algorithm.....33-43
- A.N. PARShUKOV*  
Method for evaluating the efficiency of oil, gas and reservoir water separation modes.....44-49

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

- V.A. VALUXOV, R.A. LUNYOV, D.S. NOVIKOVA, D.V. RYAZANSKIY, D.D. SELYuTIN, E.A. SUROVA*  
Analysis of the current state of urban development in Russia.....50-59

### AUTOMATION AND CONTROL OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND MANUFACTURES

- A.N. ANNENKOV, O.V. BELOUSOVA*  
Development of models and algorithmic support of the control system of the photoresist application units.....60-68
- G.S. VASILY'EV, S.V. ERYOMENKO, I.S. KONSTANTINOV, O.R. KUZICHKIN, D.I. SURZhIK*  
Monitoring of the operability of thermoelectric cooling systems based on the analysis of dynamic modes.....69-77
- S.A. KLINOVENKO, P.S. LOZhNIKOV, L.V. PLETNYOV, A.E. SULAVKO*  
Application of machine learning methods in problems of predicting emergency situations during drilling and operation of wells in oil and gas fields.....78-88

### SOFTWARE OF THE COMPUTER FACILITIES AND THE AUTOMATED SYSTEMS

- N.M. GERASIMOVA, P.V. LUKYANOV*  
Development of a model of the control system of the process of implementation of the qualification work.....89-93

### TELECOMMUNICATION SYSTEMS AND COMPUTER NETWORKS

- K.A. BATENKOV, A.V. KULAEV*  
Choosing a routing metric in wireless mesh networks.....94-102
- A.E. MIRONOV, A.N. OREShIN*  
Features of real-time traffic service by a link of a multiservice communication network in the context of the introduction of restrictions on the number of established connections of a low-resource service.....103-111

### INFORMATION AND DATA SECURITY

- M.A. GLADY'Shev, V.A. ShUTOV*  
Threat of unauthorized disclosure critical data of the Windows 10 operating system.....112-119
- V.T. ERYOMENKO, A.N. OSIPOV, M.Yu. RYTOV, A.P. FISUN*  
Methodology for collecting and processing data of operational and dispatch management of gas transportation facilities in hard to accessible areas .....120-128

А.А. АДЕРКИНА, А.Ю. ТРУШАНИН, М.А. ШАШАНОВ, В.Ю. ШУМИЛОВ

**КОМПЛЕКС ПРОГРАММНЫХ  
ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАДИОПЛАНИРОВАНИЯ**

*В статье приводится обзор разработанных программных инструментов для решения задач радиопланирования: алгоритм расстановки базовых станций и симулятор движения поездов в метрополитене. Целью алгоритма расстановки является определение координат базовых станций вдоль маршрута следования поезда для непрерывного покрытия участка радиосетью. Целью симулятора является определение итогового уровня покрытия участков метрополитена беспроводной сетью в условиях реальной эксплуатации. В статье приведены результаты применения разработанных инструментов для анализа линий метрополитена на наличие и исправление участков с недостаточным покрытием беспроводной сетью.*

**Ключевые слова:** метрополитен; базовая станция; беспроводная сеть; алгоритм расстановки; симулятор движения; беспроводной трафик.

© Адеркина А.А., Трушанин А.Ю., Шашанов М.А., Шумилов В.Ю., 2022

**СПИСОК ЛИТУРАТУРЫ**

1. Адеркина А.А. и др. Радиопланирование систем беспроводной связи в тоннелях метрополитена / А.А. Адеркина, М.А. Шашанов, В.Ю. Шумилов, А.Ю. Трушанин // Радиотехнические и телекоммуникационные системы, 2020. – № 1. – С. 41-53.
2. Адеркина А.А. и др. Измерение и анализ ослабления сигнала диапазона 5 ГГц при распространении вдоль участков метрополитена различного типа / А.А. Адеркина, М.А. Шашанов, В.Ю. Шумилов, А.Ю. Трушанин // Радиотехнические и телекоммуникационные системы, 2021. – № 1. – С. 33-45.
3. Lin K. and other. A Hardware-in-the-loop Simulation Method of the Network Performance of High-speed Railway Mobile Communication System / K. Lin, Zh. Zhong, L. Xiong, S. Lin. // 6th International ICST Conference on Communications and Networking in China (CHINACOM), Harbin (China), 2011 [Электронный ресурс]. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6158344>.
4. Dengke Zh., Changwen Zh., Gang Zh. Network management mechanism of the high-speed rail way broadband communication system // 4th IEEE International Conference on Network Infrastructure and Digital Content. – Beijing (China), 2014 [Электронный ресурс]. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7000342>.
5. Hamada T. and other. Peer-to-Peer Traffic in Metro Networks: Analysis, Modeling, and Policies / T. Hamada, K. Chio, T. Chujo, X. Yang // IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium. – Seoul (South Korea), 2004 [Электронный ресурс]. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1317683>.
6. Aguado M. and other. Simulation framework for performance evaluation of broadband communication architectures for next generation railway communication services / M. Aguado, E. Jacob, M. Berbineau, J. Astorga, N. Toledo // 9th International Conference on Intelligent Transport Systems Telecommunications, (ITST). – Lille (France), 2009 [Электронный ресурс]. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5399310>.
7. Liu Y. and other. An Intelligent train regulation algorithm for metro using deep reinforcement learning / Y. Liu, T. Tang, L. Yue, J. Xun, H. Guo // 21st International Conference on Intelligent

- Transportation Systems (ITSC). – Maui, HI (USA), 2018 [Электронный ресурс]. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8569419>.
8. Nai W. and other. Analysis of Train and Station Use Efficiency for Shanghai Metro Line 16 with Multi Mode Trains Mixed Running in Different Ratio / W. Nai, D. Dong, Sh. Chen, W. Yang, W. Zheng // International Conference on Services Systems and Services Management. – ICSSSM, Shanghai (China), 2012 [Электронный ресурс]. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6252307>.
  9. Dalapati P. and other. Real-time collision handling in railway transportnetwork: an agent-based modeling and simulation approach / P. Dalapati, A. Padhy, B. Mishra, A. Dutta, S. Bhattacharya // Transportation Letters: The International Journal of Transportation Research, 2017. – Vol. 11(6) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19427867.2017.1395983?journalCode=ytrl20>.
  10. Magtoto J., Roque A. Real-Time Traffic Data Collection and Dissemination from an Android Smartphone using Proportional Computation and FreeSim as a Practical Transportation System in Metro Manila // TENCON IEEE Region 10 Conference. – Cebu (Philippines), 2012 [Электронный ресурс]. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6412332>.
  11. Wang Zh. and other. The Design and Implementation of the Metro Driving Simulation System Based on Virtual Reality / Zh. Wang, Y. Liu, X. Hei, G. Xie // IEEE International Conference on Intelligent Rail Transportation Proceedings. – Beijing, (China), 2013 [Электронный ресурс]. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6696274>.

**Адеркина Анастасия Александровна**

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», г. Нижний Новгород  
Студент 4-го курса аспирантуры  
Тел.: 8 960 177 46 10  
E-mail: aaderkina@mail.ru

**Трушанин Алексей Юрьевич**

ООО «Радио Гигабит», г. Нижний Новгород  
Руководитель направления системных разработок  
E-mail: alexey.trushanin@radiogigabit.com

**Шашанов Михаил Александрович**

ООО «Радио Гигабит», г. Нижний Новгород  
Старший научный сотрудник  
E-mail: mikhail.shashanov@radiogigabit.com

**Шумилов Вячеслав Юрьевич**

ООО «Радио Гигабит», г. Нижний Новгород  
Старший научный сотрудник  
E-mail: vyacheslav.shumilov@radiogigabit.com

---

A.A. ADYORKINA (*Post-graduate Student*)  
*National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod*

A.Yu. TRUSHANIN (*Head of System Engineering*)

M.A. ShASHANOV (*Senior Researcher*)

V.Yu. ShUMILOV (*Senior Researcher*)  
*Radio Gigabit LLC, Nizhny Novgorod*

## COMPLEX OF SOFTWARE TOOLS FOR SOLVING RADIO PLANNING TASKS

*There is an overview of developed software tools for radio planning tasks in this article: an algorithm of base stations placement and simulator of trains movement in subway. A purpose of the algorithm is determination of base station coordinates along train route for continuous radio net coverage of lines. A purpose of simulator is determination the final level of radio coverage on lines in actual operating condition. There are results of applying of developed tools in the article for analysis of subway lines for the presence and correction parts of lines with no enough wireless net coverage.*

**Keywords:** subway; base station; wireless net; algorithm of placement; simulator of movement; wireless traffic.

## BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Aderkina A.A. i dr. Radioplanirovanie sistem besprovodnoj svyazi v tonneljah metropolitena / A.A. Aderkina, M.A. Shashanov, V.Ju. Shumilov, A.Ju. Trushanin // Radiotekhnicheskie i telekommunikacionnye sistemy, 2020. – № 1. – S. 41-53.
2. Aderkina A.A. i dr. Izmerenie i analiz oslableniya signala diapazona 5 GGc pri rasprostraneni v dol' uchastkov metropolitena razlichnogo tipa / A.A. Aderkina, M.A. Shashanov, V.Ju. Shumilov, A.Ju. Trushanin // Radiotekhnicheskie i telekommunikacionnye sistemy, 2021. – № 1. – S. 33-45.
3. Lin K. and other. A Hardware-in-the-loop Simulation Method of the Network Performance of High-speed Railway Mobile Communication System / K. Lin, Zh. Zhong, L. Xiong, S. Lin. // 6th International ICST Conference on Communications and Networking in China (CHINACOM), Harbin (China), 2011 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6158344>.
4. Dengke Zh., Changwen Zh., Gang Zh. Network management mechanism of the high-speed rail way broadband communication system // 4th IEEE International Conference on Network Infrastructure and Digital Content. – Beijing (China), 2014 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7000342>.
5. Hamada T. and other. Peer-to-Peer Traffic in Metro Networks: Analysis, Modeling, and Policies / T. Hamada, K. Chio, T. Chujo, X. Yang // IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium. – Seoul (South Korea), 2004 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1317683>.
6. Aguado M. and other. Simulation framework for performance evaluation of broadband communication architectures for next generation railway communication services / M. Aguado, E. Jacob, M. Berbineau, J. Astorga, N. Toledo // 9th International Conference on Intelligent Transport Systems Telecommunications, (ITST). – Lille (France), 2009 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5399310>.
7. Liu Y. and other. An Intelligent train regulation algorithm for metro using deep reinforcement learning / Y. Liu, T. Tang, L. Yue, J. Xun, H. Guo // 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC). – Maui, HI (USA), 2018 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8569419>.
8. Nai W. and other. Analysis of Train and Station Use Efficiency for Shanghai Metro Line 16 with Multi Mode Trains Mixed Running in Different Ratio / W. Nai, D. Dong, Sh. Chen, W. Yang, W. Zheng // International Conference on Services Systems and Services Management. – ICSSSM, Shanghai (China), 2012 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6252307>.
9. Dalapati P. and other. Real-time collision handling in railway transportnetwork: an agent-based modeling and simulation approach / P. Dalapati, A. Padhy, B. Mishra, A. Dutta, S. Bhattacharya // Transportation Letters: The International Journal of Transportation Research, 2017. – Vol. 11(6) [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19427867.2017.1395983?journalCode=ytrl20>.
10. Magtoto J., Roque A. Real-Time Traffic Data Collection and Dissemination from an Android Smartphone using Proportional Computation and FreeSim as a Practical Transportation System in Metro Manila // TENCON IEEE Region 10 Conference. – Cebu (Philippines), 2012 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6412332>.
11. Wang Zh. and other. The Design and Implementation of the Metro Driving Simulation System Based on Virtual Reality / Zh. Wang, Y. Liu, X. Hei, G. Xie // IEEE International Conference on Intelligent Rail Transportation Proceedings. – Beijing, (China), 2013 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6696274>.



УДК 004

Т.Н. БАЛАБАНОВА, Е.Г. ЖИЛЯКОВ, А.В. КОСЬКИН, А.А. ЧЕРНОМОРЕЦ

## О ПРИМЕНЕНИИ СУБПОЛОСНОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧАХ НАХОЖДЕНИЯ ИНВАРИАНТОВ НЕЧЕТКИХ ФРАГМЕНТОВ РУКОПИСНЫХ ТЕКСТОВ

*Среди весьма разнообразных задач компьютерного анализа электронных хранилищ сканов рукописных документов достаточно актуальным является направление автоматического поиска фрагментов изображений, которые содержат начертания представляющих интерес ключевых слов. Поиск таких фрагментов существенно затрудняется изменчивостью начертаний букв даже одним и тем же автором. Поэтому в качестве исходного образца целесообразно использовать фрагмент из анализируемого текста. Таким образом, речь идет о прецедентной идентификации фрагментов. Осложняющим фактором при этом служит невозможность использования при обучении множества идентичных объектов, а доступен лишь один. Поэтому возникает задача формирования искусственной выборки, в элементах которой сохраняется некоторое общее характерное свойство. В данной работе обоснована адекватность применения оригинального субполосного подхода, в основе которого используется понятие субполосной части евклидовой нормы отрезка данных и полученный на этой основе математический аппарат субполосных матриц. Разработаны решающие процедуры субполосной идентификации фрагментов рукописного текста.*

**Ключевые слова:** изображения сканированных рукописных текстов; прецедентная идентификация фрагментов анализируемого текста; решающая процедура субполосной идентификации фрагментов рукописного текста.

© Балабанова Т.Н., Жилияков Е.Г., Коськин А.В., Черноморец А.А., 2022

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №20-07-00241а.*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2006. – 1072.
2. Горский Н., Анисимов В., Горская Л. Распознавание рукописного текста: от теории к практике. – СПб.: Политехника, 126.
3. Мерков А.Б. Основные методы, применяемые для распознавания рукописного текста. – Лаборатория распознавания образов МЦНМО, 2004.
4. Сорокин А.И., Запругаев С.А. Сегментация рукописных и машинописных текстов методом диаграмм Вороного. – Вестник Воронежского государственного университета. – Серия: системный анализ и информационные технологии. – Воронеж, 2010. – № 1. – 160-165 с.
5. Жилияков Е.Г. и др. О субполосном анализе изображений рукописного текста /Е.Г. Жилияков, Н.О. Ефимов, А. А. Черноморец, Д. И. Трубицына // Электронные информационные системы, 2019. – Т.20. – № 1. – С. 73-86.
6. Ефимов Н.О. Процедура сегментации изображений рукописного текста на слова в задачах прецедентной идентификации. – Электронные информационные системы, 2018. – Т.18. – № 3. – С. 69-80.
7. Abraham Wald, Statistical Decision Functions, John Wiley, Sons, New York; Chapman & Hall, Londres, 1950.
8. Жилияков Е.Г. О некоторых свойствах собственных чисел и векторов. – Автоматика и телемеханика, 2017. –№ 3. –С. 80-95; Autom. Remote Control, 78:3 (2017) 450-462.
9. Хорн Р., Джонсон Ч. Матричный анализ: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 655 с.

**Балабанова Татьяна Николаевна**

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,  
г. Белгород  
Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий  
Тел.: 8 (4722) 30-13-00 (доб. 2022)  
E-mail: balabanova@bsu.edu.ru

**Жиляков Евгений Георгиевич**

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,  
г. Белгород  
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационно-телекоммуникационных систем и технологий  
Тел.: 8 (4722) 30-13-92  
E-mail: zhilyakov@bsu.edu.ru

**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: kav1959@rambler.ru

**Черноморец Андрей Алексеевич**

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,  
г. Белгород  
Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры прикладной информатики и информационных технологий  
Тел.: 8 472 230 13 00 (доб. 2027)  
E-mail: chernomorets@bsu.edu.ru

---

*T.N. BALABANOVA (Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Information and Telecommunication Systems and Technologies)*

*E.G. ZhILYaKOV (Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
Head of the Department of Information and Telecommunication Systems and Technologies)  
Belgorod State National Research University, Belgorod*

*A.V. KOS'KIN (Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
Director of the Department of Informatization and Prospective Development)  
Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel*

*A.A. ChERNOMOREC (Doctor of Engineering Sciences,  
Associate Professor, Professor of the Department of Applied Informatics and Information Technologies)  
Belgorod State National Research University, Belgorod*

**ON THE APPLICATION OF SUBBAND ANALYSIS IN THE PROBLEM  
OF FINDING INVARIANTS OF FUZZY FRAGMENTS OF HANDWRITTEN TEXTS**

*Among the very diverse tasks of computer analysis of electronic storages of scans of handwritten documents, the direction of automatic search for image fragments that contain the inscriptions of keywords of interest is quite relevant. The search for such fragments is significantly hampered by the variability of letter styles, even by the same author. Therefore, it is advisable to use a fragment from the analyzed text as the initial sample. Thus, we are talking about precedent identification of fragments. A complicating factor in this case is the impossibility of using many identical objects for training, and only one is available. Therefore, the problem arises of forming an artificial sample, in the elements of which some common characteristic property is preserved. In this paper, we substantiate the adequacy of applying the original subband approach, which is based on the concept of the subband part of the Euclidean norm of a data segment*

*and the mathematical apparatus of subband matrices obtained on this basis. Decisive procedures for subband identification of handwritten text fragments have been developed.*

**Keywords:** *images of scanned handwritten texts; precedent identification of analyzed text fragments; decision procedure for subband identification of handwritten text fragments.*

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

1. Gonsales R., Vuds R. Cifrovaja obrabotka izobrazhenij. – М.: Tehnosfera, 2006. – 1072.
2. Gorskij N., Anisimov V., Gorskaja L. Raspoznavanie rukopisnogo teksta: ot teorii k praktike. – SPb.: Politehnika, 126.
3. Merkov A.B. Osnovnye metody, primenjaemye dlja raspoznavanija rukopisnogo teksta. – Laboratorija raspoznavanija obrazov MCNMO, 2004.
4. Sorokin A.I., Zaprjagaev S.A. Segmentacija rukopisnyh i mashinopisnyh tekstov metodom diagramm Voronogo. – Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. – Serija: sistemnyj analiz i informacionnye tehnologii. – Voronezh, 2010. – № 1. – 160-165 s.
5. Zhiljakov E.G. i dr. O subpolosnom analize izobrazhenij rukopisnogo teksta /E.G. Zhiljakov, N.O. Efimov, A. A. Chernomorec, D. I. Trubicyna // Jelektronnye informacionnye sistemy, 2019. – T.20. – № 1. – S. 73-86.
6. Efimov N.O. Procedura segmentacii izobrazhenij rukopisnogo teksta na slova v zadachah precedentnoj identifikacii. – Jelektronnye informacionnye sistemy, 2018. – T.18. – № 3. – S. 69-80.
7. Abraham Wald, Statistical Decision Functions, John Wiley, Sons, New York; Chapman & Hall, Londres, 1950.
8. Zhiljakov E.G. O nekotoryh svojstvah sobstvennyh chisel i vektorov. – Avtomatika i telemekhanika, 2017. – № 3. – S. 80-95; Autom. Remote Control, 78:3 (2017) 450-462.
9. Horn R., Dzhonson Ch. Matrichnyj analiz: per. s angl. – М.: Mir, 1989. – 655 s.

УДК 004.9

А.Е. ЗУБАНОВА, А.А. МОРОЗОВ, С.В. НОВИКОВ, Ю.С. СОРОКВАШИНА, А.Е. ТРУБИН

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ЗАЕМЩИКА НА ОСНОВЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ДАННЫХ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

*В статье охарактеризована актуальность переосмысления подходов к построению системы кредитного скоринга в связи с развитием технологий «Big Data». Обоснована целесообразность последовательного применения современных методов разведочного анализа данных и машинного обучения для построения модели оценки кредитоспособности потенциальных заемщиков. Апробирована методика прогнозирования кредитоспособности на основе проведения EDA и применения алгоритма машинного обучения XGBoost. Предложен подход к обработке пропусков значимых признаков, заключающийся в двухступенчатом моделировании с применением XGBoost.*

**Ключевые слова:** *система кредитного скоринга; разведочный анализ данных; алгоритм машинного обучения XGBoost; нейронные сети; целевая переменная; значимые признаки; one-hot кодирование.*

© Зубанова А.Е., Морозов А.А., Новиков С.В., Сороквашина Ю.С., Трубин А.Е., 2022

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Агафонова В.В., Вишневер В.Я., Фрумусаки С.В. Технологическая эволюция кредитного скоринга в системе банковского потребительского кредитования Вестник. – Волжского университета им. В.Н. Татищева, 2018. – Том 2. – № 3. – С. 21-26.

2. Классификация заемщиков по кредитному статусу [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kaggle.com/competitions/findata-creditscoring/data> (дата обращения: 16.02.2022)
3. Кормен Томас Х. и др. Алгоритмы. Построение и анализ; пер. с англ / Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2013. – 1328 с.
4. Плас Дж. Вандер Рутон для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. – СПб.: Питер, 2018. – 576 с.
5. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс; пер. с англ. – М.: Диалектика, 2019. – 1104 с.

**Зубанова Анастасия Евгеньевна**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Магистрант 1 курса 38.04.01 Экономика  
E-mail: an.zubanova2606@yandex.ru

**Морозов Артем Андреевич**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Студент 4 курса 09.03.03 Прикладная информатика  
E-mail: tema.moro2016@gmail.com

**Новиков Сергей Владимирович**

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

**Сороквашина Юлия Сергеевна**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Магистрант 1 курса 38.04.01 Экономика  
E-mail: yulia080499@mail.ru

**Трубин Александр Евгеньевич**

НОЧУ ВО Московский финансово-промышленный университет «Синергия», г. Москва  
Кандидат экономических наук, доцент, директор департамента цифровой экономики  
E-mail: niburt@yandex.ru

---

A.E. ZUBANOVA (*Master Student*)

A.A. MOROZOV (*Student*)

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

Yu.S. SOROKVASHINA (*Master Student*)  
*Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel*

A.E. TRUBIN (*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor,  
Director of the Digital Economy Department*)  
*Synergy University, Moscow*

**AUTOMATION OF CREDITWORTHINESS ASSESSMENT  
OF A POTENTIAL BORROWER BASED ON THE CONSISTENT APPLICATION OF MODERN  
METHODS OF DATA ANALYSIS AND MACHINE LEARNING**

*The article describes the urgency of rethinking approaches to building credit scoring system in connection with the development of "Big Data" technologies. It justifies expediency of consistent application of modern methods of exploratory analysis of data and machine learning for building a model of assessment of creditworthiness of potential borrowers. The methodology of forecasting creditworthiness on the basis of EDA execution and application of XGBoost*

---

**№4(132)2022**

*machine learning algorithm has been tested. The approach to processing passes of significant features is proposed, which consists in two-stage modeling with the use of XGBoost.*

**Keywords:** *credit scoring system; exploratory data analysis; XGBoost machine learning algorithm; neural networks; target variable; relevant features; one-hot coding.*

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

1. Agafonova V.V., Vishnever V.Ja., Frumusaki S.V. Tehnologicheskaja jevoljucija kreditnogo skoringa v sisteme bankovskogo potrebitel'skogo kreditovanija Vestnik. – Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishheva, 2018. – Tom 2. – № 3. – S. 21-26.
2. Klassifikacija zaemshhikov po kreditnomu statusu [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.kaggle.com/competitions/findata-creditscoring/data> (data obrashhenija: 16.02.2022)
3. Kormen Tomas H. i dr. Algoritmy. Postroenie i analiz; per. s angl / Tomas H. Kormen, Charl'z I. Lejzerson, Ronal'd L. Rivest, Klifford Shtajn. – M.: Izdatel'skij dom «Vil'jams», 2013. – 1328 s.
4. Plas Dzh. Vander Python dlja slozhnyh zadach: nauka o dannyh i mashinnoe obuchenie. – SPb.: Piter, 2018. – 576 s.
5. Hajkin S. Nejronnye seti: polnyj kurs; per. s angl. – M: Dialektika, 2019. – 1104 s.

УДК 004.021

С.В. ЗУЕВ, Ш.С. ТИНЕ

### **СОВМЕСТНАЯ ДИСТРИБЬЮЦИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЦЕПИ ПОСТАВОК В ГИБКОМ ВРЕМЕННОМ ОКНЕ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА ИМИТАЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО ОТЖИГА**

*В данной статье рассматривается совместная дистрибьюция товара нескольким клиентам на терминале сельскохозяйственной цепи поставок (AMSC). Модель оптимизации затрат для совместной дистрибьюции, ограниченной временным окном, была построена на основе нечеткой функции времени назначения. Затем предложенная модель была обучена с помощью генетического алгоритма имитационного отжига (SA-GA). Модель оптимизации затрат, ограниченная удовлетворенностью клиентов, сравнивалась на конкретном примере с моделью, не ограниченной удовлетворенностью клиентов. Результаты показали, что модель оптимизации затрат, ограниченная удовлетворенностью клиентов, позволяет повысить удовлетворенность клиентов без значительного увеличения стоимости распределения. Результаты исследования проливают новый свет на совместную дистрибьюцию чувствительных ко времени сельскохозяйственных товаров, а также на управление AMSC.*

**Ключевые слова:** *оптимизация дистрибьюции; сельскохозяйственная цепь поставок; модель удовлетворенности клиентов; генетический алгоритм имитационного отжига.*

©Зуев С.В., Тине Ш.С., 2022

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Аибину А.М. и др. Новый генетический алгоритм на основе кластеризации для оптимизации маршрутов / А.М. Аибину, С.Х. Белло, Н.А. Рахман, М.Н. Нвоху, С.М. Акачукву // Engineering Science and Technology. An International Journal, 2016. – № 19(4). – С. 2022-2034 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2016.08.003>.
2. Ванг Ю. и др. Распределение прибыли в совместной многоцентрированной задаче маршрутизации транспортных средств / Ю. Ванг, С.Л. Ма, Ж.Б. Ли, Ю. Лю, Ю.Х. Ванг //

- Journal of Cleaner Production, 2017. – № 15(144). – С. 203-219 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.001>.
3. Пинто Т., Альвес С., де Карвальо Дж. В. Алгоритмы поиска переменных окрестностей для задачи маршрутизации транспортных средств с двумерными ограничениями на загрузку и смешанными связями и обратными перевозками. – International Transactions in Operations Research, 2020. – № 27(1). – С. 549-572 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1111/itor.12509>.
  4. Арчетти Ч. и др. Алгоритм ветвления и разрезания для задачи маршрутизации запасов с подвозом и доставкой / Ч. Арчетти, М. Сперанца, М. Боджиа, А. Сфорца, К. Шгерл // Европейский журнал исследования операций, 2020. – № 282(3). – С. 886-895. [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.09.05620>.
  5. Ли Дж.Х. и др. Оптимизация маршрутизации транспортных средств и планирование центра распределения судовой стали в режиме «зеленого» судостроения / Дж.Х. Ли, Х. Гуо, К.Х. Джоу, Б.С. Янг // Sustainability, 2019. – № 11(15). – С. 4248 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.3390/su11154248>.
  6. Bruni, ME, Berald, P., Khodaparasti, S. Быстрая эвристика для маршрутизации в логистике гуманитарной помощи после стихийных бедствий // Transportation Research Procedure, 30: 304-313 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.09.033>.
  7. Рикардо П.Р., Артуро Х.А. Гибридный алгоритм оценки распределения для задачи маршрутизации транспортных средств с временными окнами. – Информатика и промышленная инженерия, 2019. – № 130. – С. 75-96 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.02.017>.
  8. Христос О. и др. Распределение с учетом качества обслуживания: проблема емкостной маршрутизации с учетом льгот и требований к уровню обслуживания / О. Христос, Л. Деметрио, Д. Воут, В. Даниэль // Omega, 2020. – № 93. – С. 102034 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2019.02.003>.
  9. Ханафи Р. и др. Оптимизация маршрута распределения в задаче маршрутизации емкостного транспортного средства с помощью алгоритма сканирования / Р. Ханафи, М. Русман, Ф. Мардин, С.М. Паренренг, А. Ацазли // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020. – № 875(1). – С. 012066 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/875/1/012066>.
  10. Гоэль Р., Майни Р. Эволюционный алгоритм муравьиной колонии с использованием перехода на основе светлячка для решения проблем маршрутизации транспортных средств: EAFA для VRP. – Международный журнал исследований роевого интеллекта (IJSIR), 2020. – № 10(3). – С. 46-60 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.4018/IJSIR.2019070103>.
  11. Сицилиа Дж.А. и др. Оптимизационный алгоритм для решения задачи маршрутизации насыщенных транспортных средств на основе метаэвристики поиска переменных соседей и поиска табу / Дж.А. Сицилиа, К. Кемада, Б. Ройо, Д. Эскуин // Журнал вычислительной и прикладной математики, 2016. – № 1(291). – С. 468-477 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.cam.2015.03.050>.
  12. Бондаренко Т.В., Гарибов А.И., Федотов Е.А. Решение задачи планирования маршрутов с учетом временных окон. – Инженерный вестник Дона, 2020. – № 5.

**Зуев Сергей Валентинович**

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,

г. Белгород

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

Тел.: 8 (4722) 30-99-01

E-mail: sergey.zuev@bk.ru

**Тине Шейх Салиу**

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,

г. Белгород  
Аспирант кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем  
Тел.: 8 (4722) 30-99-01  
E-mail: tine\_sh@edu.bstu.ru

---

S.V. ZUEV (*Candidate of Physico-mathematical Sciences,  
Associate Professor of the Department of Computer Engineering and Automated Systems*)

Sh.S. TINE (*Post-graduate Student*)  
*Belgorod Shukhov State Technology University, Belgorod*

### CO-DISTRIBUTION IN A FLEXIBLE TIME WINDOW OF THE AGRICULTURAL SUPPLY CHAIN BASED ON A SIMULATED GENETIC ANNEALING ALGORITHM

*This paper mainly explores the collaborative distribution to multiple customers at the terminal of agricultural-means supply chain (AMSC). Firstly, a cost optimization model for collaborative distribution constrained by time window was constructed based on fuzzy appointment time function. Next, the proposed model was solved by simulated annealing-genetic algorithm (SA-GA). Through a case study, the cost optimization model constrained by customer satisfaction was compared with that not constrained by customer satisfaction. The results show that the cost optimization model constrained by customer satisfaction made the customers more satisfied without greatly elevating the distribution cost. The research results shed new light on the collaborative distribution of time-sensitive agricultural-means (AM) products, and the management of the AMSC.*

**Keywords:** *collaborative distribution optimization; agricultural-means supply chain; customer satisfaction model; simulated annealing-genetic algorithm.*

#### BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Aibinu A.M. i dr. Novyj geneticheskiy algoritm na osnove klasterizacii dlja optimizacii marshrutov / A.M. Aibinu, S.H. Bello, N.A. Rahman, M.N. Nvohu, S.M. Akachukvu // *Engineering Science and Technology. An International Journal*, 2016. – № 19(4). – S. 2022-2034 [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2016.08.003>.
2. Vang Ju. i dr. Raspredelenie pribyli v sovmestnoj mnogocentrovoy zadache marshrutizacii transportnyh sredstv / Ju. Vang, S.L. Ma, Zh.B. Li, Ju. Lju, Ju.H. Vang // *Journal of Cleaner Production*, 2017. – № 15(144). – S. 203-219 [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.001>.
3. Pinto T., Al'ves S., de Karval'o Dzh. V. Algoritmy poiska peremennyh okrestnostej dlja zadachi marshrutizacii transportnyh sredstv s dvumernymi ograničenijami na zagruzku i smeshannymi svjazjami i obratnymi perevozkami. – *International Transactions in Operations Research*, 2020. – № 27(1). – S. 549-572 [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.1111/itor.12509>.
4. Archetti Ch. i dr. Algoritm vetvlenija i razrezanija dlja zadachi marshrutizacii zapasov s podvozom i dostavkoj / Ch. Archetti, M. Speranca, M. Bodzhia, A. Sforca, K. Shterl // *Evropejskij zhurnal issledovanija operacij*, 2020. – № 282(3). – S. 886-895. [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.09.05620>.
5. Li Dzh.H. i dr. Optimizacija marshrutizacii transportnyh sredstv i planirovanie centra raspredelenija sudovoj stali v rezhime «zelenogo» sudostroenija / Dzh.H. Li, H. Guo, K.H. Dzhou, B.S. Jang // *Sustainability*, 2019. – № 11(15). – S. 4248 [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.3390/su11154248>.
6. Bruni, ME, Berald, P., Khodaparasti, S. Bystraja jevrstika dlja marshrutizacii v logistike gumanitarnoj pomoshhi posle stihijnyh bedstvij // *Transportation Research Procedure*, 30: 304-313 [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.09.033>.
7. Rikardo P.R., Arturo H.A. Gibridnyj algoritm ocenki raspredelenija dlja zadachi marshrutizacii transportnyh sredstv s vremennymi oknami. – *Informatika i promyshlennaja inzhenerija*, 2019. – № 130. – S. 75-96 [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.02.017>.
8. Hristos O. i dr. Raspredelenie s uchetom kachestva obsluzhivanija: problema emkostnoj marshrutizacii s uchetom l'got i trebovanij k urovnju obsluzhivanija / O. Hristos, L. Demetrio, D. Vout, V. Danijel' // *Omega*, 2020. – № 93. – S. 102034 [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2019.02.003>.

9. Hanafi R. i dr. Optimizacija marshruta raspredelenija v zadache marshrutizacii emkostnogo transportnogo sredstva s pomoshh'ju algoritma skanirovanija / R. Hanafi, M. Rusman, F. Mardin, S.M. Parenreng, A. Acazli // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020. – № 875(1). – S. 012066 [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/875/1/012066>.
10. Gojel' R., Maini R. Jevoljucionnyj algoritm murav'inoj kolonii s ispol'zovaniem perehoda na osnove svetljachka dlja reshenija problem marshrutizacii transportnyh sredstv: EAFA dlja VRP. – Mezhdunarodnyj zhurnal issledovanij roevogo intellekta (IJSIR), 2020. – № 10(3). – S. 46-60 [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.4018/IJSIR.2019070103>.
11. Sicilia Dzh.A. i dr. Optimizacionnyj algoritm dlja reshenija zadachi marshrutizacii nasyshhennyh transportnyh sredstv na osnove metajevristiki poiska peremennyh sosedej i poiska tabu / Dzh.A. Sicilia, K. Kemada, B. Rojo, D. Jeskuin // Zhurnal vychislitel'noj i prikladnoj matematiki, 2016. – № 1(291). – S. 468-477 [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.cam.2015.03.050>.
12. Bondarenko T.V., Garibov A.I., Fedotov E.A. Reshenie zadachi planirovanija marshrutov s uchedom vremennyh okon. – Inzhenernyj vestnik Dona, 2020. – № 5.

УДК 681.54

А.Н. ПАРШУКОВ

### МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЖИМОВ СЕПАРАЦИИ НЕФТИ, ГАЗА И ПЛАСТОВОЙ ВОДЫ

*В работе предложен метод оценки эффективности режимов сепарации нефти, газа и пластовой воды. Данный метод позволяет по контролируемым параметрам технологического процесса в режиме реального времени оценить эффективность текущего режима и при необходимости перейти в рабочий режим с лучшими показателями эффективности.*

**Ключевые слова:** сепарация нефти и газа; математическая модель сепаратора; автоматическое регулирование.

© Паршуков А.Н., 2022

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еремин Ал.Н., Еремин Ан.Н., Еремин Н.А. Управление разработкой интеллектуальных месторождений нефти и газа. – В 2-х кн. – Кн. 2. – М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2012. – 165 с.
2. Абрамкин С.Е., Душин С.Е. Перспективы развития систем управления газодобывающими комплексами // Вторая всеросс. научн. конф. по проблемам управления в технических системах. – СПб., 2017. – № 1. – С. 156-159.
3. Белашевский С.С. и др. Модель переходных процессов в скважине с частотно-регулируемым электроцентробежным насосом / С.С. Белашевский, Ю.А. Ведерникова, Д.А. Говорков, И.Г. Соловьев // Известия Томского политехнического университета. – Инжиниринг георесурсов, 2019. – Т. 330. – № 1. – С. 110-120.
4. Абрамкин С.Е., Душин С.Е., Сердитов Ю.Н. Исследование физических процессов в ректификационной колонне при регенерации диэтиленгликоля // Известия ЮФУ. – Технические науки, 2018. – № 5. – С. 69-78.
5. Лутошкин Г.С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды. – М.: Недра, 1977. – 192 с.
6. Абрамкин С.Е., Душин С.Е. Управление технологическими процессами газодобывающих комплексов // Системный синтез и прикладная синергетика: IX Всероссийская научная конференция. – П. Нижний Архыз, 2019. – С. 430-439.
7. Паршуков А.Н. Методы синтеза модальных регуляторов: учеб. пособие для вузов. – Тюмень: Изд-во ТюмГНГУ, 2009. – 84 с.
8. Ротач В.Я. Адаптация в системах управления технологическими процессами // Промышленные АСУ и контроллеры, 2005. – № 1. – С. 4-10.



9. Справочник химика / под ред. П.Б. Никольского. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Химия, 1968. – Т. 5. – 976 с.

**Паршуков Андрей Николаевич**

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Электроэнергетика»

Тел.: 8 919 937 65 32

E-mail: anparshukov@mail.ru

---

A.N. PARShUKOV (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Electric Power Engineering*)  
*Tyumen Industrial University, Tyumen*

**METHOD FOR EVALUATING THE EFFICIENCY OF OIL, GAS  
AND RESERVOIR WATER SEPARATION MODES**

*The paper proposes a method for evaluating the efficiency of separation modes of oil, gas and reservoir water. This method allows you to evaluate the effectiveness of the current mode in real time using controlled parameters of the technological process and, if necessary, switch to the operating mode with the best efficiency indicators.*

**Keywords:** *oil and gas separation; mathematical model of the separator; automatic control.*

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Eremin A.I., Eremin A.N., Eremin N.A. Upravlenie razrabotkoj intellektual'nyh mestorozhdenij nefi i gaza. – V 2-h kn. – Kn. 2. – M.: RGU nefi i gaza imeni I.M. Gubkina, 2012. – 165 s.
2. Abramkin S.E., Dushin S.E. perspektivy razvitiya sistem upravleniya gazodobyvayushchimi kompleksami // Vtoraya vsross. nauchn. konf. po problemam upravleniya v tekhnicheskikh sistemah. – Spb., 2017. – № 1. – S. 156-159.
3. Belashevskij S.S. i dr. Model' perekhodnyh processov v skvazhine s chastotno-reguliruemym elektrocentrobezhnym nasosom / S.S. Belashevskij, Yu.A. Vedernikova, D.A. Govorkov, I.G. Solov'ev // Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. – Inzhiniring georesursov, 2019. – T. 330. – № 1. – S. 110-120.
4. Abramkin S.E., Dushin S.E., Serditov Yu.N. Issledovanie fizicheskikh processov v rektifikacionnoj kolonne pri regeneracii dietilenglikolya // Izvestiya YuFU. – Tekhnicheskie nauki, 2018. – № 5. – S. 69-78.
5. Lutoshkin G.S. Sbor i podgotovka nefi, gaza i vody. – M.: nedra, 1977. – 192 s.
6. Abramkin S.E., Dushin S.E. Upravlenie tekhnologicheskimi processami gazodobyvayushchih kompleksov // Sistemnyj sintez i prikladnaya sinergetika: IX vsrossijskaya nauchnaya konferenciya. – P. Nizhnij arhyz, 2019. – S. 430-439.
7. Parshukov A.N. Metody sinteza modal'nyh regulyatorov: ucheb. posobie dlya vuzov. – Tyumen': izd-vo TyumGNGU, 2009. – 84 s.
8. Rotach V.Ya. Adaptaciya v sistemah upravleniya tekhnologicheskimi processami // Promyshlennye ASU i kontroly, 2005. – № 1. – S. 4-10.
9. Spravochnik himika / pod red. P.B. Nikol'skogo. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: химия, 1968. – Т. 5. – 976 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ  
И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УДК 303.832.23

В.А. ВАЛУХОВ, Р.А. ЛУНЕВ,  
Д.С. НОВИКОВА, Д.В. РЯЗАНСКИЙ, Д.Д. СЕЛЮТИН, Е.А. СУРОВА

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ РАЗВИТИЯ  
ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА В РОССИИ

*В данной статье авторы проводят анализ текущего положения дел в городском хозяйстве современной России. Дается определения городскому хозяйству, его составу, основным характеристикам. Отдельное внимание уделяется жилищно-коммунальному хозяйству и отношению жителей к его состоянию. Приводятся особенности городского коммунального хозяйства как объекта управления и характерные для его управления черты. Делаются выводы о необходимости формирования нового механизма и решения требуемых для этого задач.*

**Ключевые слова:** городское хозяйство; понятие городского коммунального хозяйства; структура городского хозяйства; особенности городского хозяйства как объекта управления; характерные черты управления городским хозяйством.

©Валухов В.А., Лунев Р.А., Новикова Д.С., Рязанский Д.В., Селютин Д.Д., Сулова Е.А., 2022

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Население России: численность, динамика, статистика [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.statdata.ru/russia>.
2. Доля городского населения в общем населении стран и регионов мира [Электронный ресурс]. – URL: <http://geo.1september.ru/article.php?ID=200500912>.
3. Паспорт приоритетного проекта «Формирование комфортной городской среды» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/337/pasport-prior-proekta-i-gorsreda.pdf>.
4. Zhuhadar Leyla. The next wave of innovation–Review of smart cities intelligent operation systems. – Computers in Human Behavior, 2017. – № 66. – С. 273-281.
5. Зотов В.Б. Система муниципального управления: учебник для вузов. – СПб.: Лидер, 2005.
6. Бычкова А.С. и др. Анализ задач и проблем управления городским хозяйством и технологий «умного города» / А.С. Бычкова, А.Б. Нечаева, О.Н. Лунева, Р.А. Лунев, А.А. Стычук, А.Е. Ястребков // Информационные системы и технологии. – Орел: ПГУ, 2016. – №2(94). – С. 59-65.
7. Паспорт приоритетного проекта «Обеспечение качества жилищно-коммунальных услуг» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/ab0/pasport-prior.proekta-obespechenie-kachestva-zhku.pdf>.
8. Счетная палата просит оценить качество жилищно-коммунальных услуг [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.ach.gov.ru/press\\_center/news/29758?sphrase\\_id=7076298](http://www.ach.gov.ru/press_center/news/29758?sphrase_id=7076298).
9. Итоги опроса Счетной палаты Российской Федерации «Обеспечение качества жилищно-коммунальных услуг» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ncongress.ru/index.php/2009-01-22-10-28-55/1156--q-q>.
10. Портал Финансового университета - потребительские оценки состояния ЖКХ [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.fa.ru/Documents/55\\_Cities\\_2017.pdf](http://www.fa.ru/Documents/55_Cities_2017.pdf).
11. Рейтинг городов России по качеству работы коммунальных служб [Электронный ресурс]. – URL: \_\_\_\_\_

[https://www.domofond.ru/statya/rejting\\_gorodov\\_rossii\\_po\\_kachestvu\\_raboty\\_kommunalnyh\\_sluzhb/6947](https://www.domofond.ru/statya/rejting_gorodov_rossii_po_kachestvu_raboty_kommunalnyh_sluzhb/6947).

12. Цена и качество коммунальных услуг не устраивают 90% россиян [Электронный ресурс]. – URL: <https://iz.ru/604388/nataliia-berishvili/90-rossiian-schitaiut-kachestvo-zhilishchno-kommunalnykh-uslug-ne-sootvetstvuiushchim-tcene>.
13. Лунев Р.А., Селютин Д.Д., Рязанский Д.В. Анализ схемы автоматизации решения проблем городского хозяйства // 4-ая Международная научно-практическая конференция «Проблемы конкурентоспособности потребительских товаров и продуктов питания». – Курск: ЮЗГУ; 13 апреля 2022. – 126-129 с.

**Валухов Виктор Алексеевич**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Аспирант кафедры информационных систем и цифровых технологий  
Тел.: 8 953 812 98 58  
E-mail: valuxoff.vic@yandex.ru

**Лунев Роман Алексеевич**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Кандидат технических наук, доцент, директор научно-образовательного центра «Фундаментальные и прикладные информационные технологии»  
Тел.: 8 920 287 79 85  
E-mail: rolu@yandex.ru

**Новикова Дарья Сергеевна**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Аспирант кафедры информационных систем и цифровых технологий  
Тел.: 8 953 613 75 63  
E-mail: daryanovikova@skb-it.ru

**Рязанский Денис Витальевич**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Студент кафедры информационных систем и цифровых технологий  
Тел.: 8 920 081 09 98  
E-mail: ryazanskii\_denis@skb-it.ru

**Селютин Даниил Дмитриевич**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Студент кафедры информационных систем и цифровых технологий  
Тел.: 8 999 602 49 93  
E-mail: daniil.selyutin@gmail.com

**Сурова Екатерина Александровна**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Аспирант кафедры информационных систем и цифровых технологий  
Тел.: 8 910 301 67 20  
E-mail: katesurova@skb-it.ru

---

V.A. VALUXOV (*Post-graduate Student*)

R.A. LUNYOV (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
Director of Research and Education Center «Fundamental and Applied Information Technologies»*)

D.S. NOVIKOVA (*Post-graduate Student*)

D.V. RYAZANSKIY (*Student*)

D.D. SELYuTIN (*Student*)

E.A. SUROVA (*Post-graduate Student*)  
*Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel*

## ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF URBAN DEVELOPMENT IN RUSSIA

*In this article, the authors analyze the current state of affairs in the urban economy of modern Russia. Definitions of urban economy, its composition, and main characteristics are given. Special attention is paid to housing and communal services, and the attitude of residents to its condition. The features of urban communal services as an object of management and characteristic features of its management are given. Conclusions are drawn about the need to form a new mechanism and solve the tasks required for this.*

**Keywords:** *urban economy; the concept of urban communal services; the structure of urban economy; features of urban economy as an object of management; characteristic features of urban management/*

### BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Naselenie Rossii: chislennost', dinamika, statistika [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://www.statdata.ru/russia>.
2. Dolja gorodskogo naselenija v obshhem naselenii stran i regionov mira [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://geo.1september.ru/article.php?ID=200500912>.
3. Paspport prioritetnogo proekta «Formirovanie komfortnoj gorodskoj sredy [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/337/paspport-prior.-proekta-i-gorsreda.pdf>.
4. Zhuhadar Leyla. The next wave of innovation—Review of smart cities intelligent operation systems. – Computers in Human Behavior, 2017. – № 66. – S. 273-281.
5. Zotov V.B. Sistema municipal'nogo upravlenija: uchebnik dlja vuzov. – SPb.: Lider, 2005.
6. Bychkova A.S. i dr. Analiz zadach i problem upravlenija gorodskim hozjajstvom i tehnologij «umnogo goroda» / A.S. Bychkova, A.B. Nechaeva, O.N. Luneva, R.A. Lunev, A.A. Stychuk, A.E. Jastrebkov // Informacionnye sistemy i tehnologii. – Orel: PGU, 2016. – №2(94). – S. 59-65.
7. Paspport prioritetnogo proekta «Obespechenie kachestva zhilishhno-kommunal'nyh uslug» [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/ab0/paspport-prior.proekta-obespechenie-kachestva-zhku.pdf>.
8. Schetnaja palata prosit ocenit' kachestvo zhilishhno-kommunal'nyh uslug [Elektronnyj resurs]. – URL: [http://www.ach.gov.ru/press\\_center/news/29758?sphrase\\_id=7076298](http://www.ach.gov.ru/press_center/news/29758?sphrase_id=7076298).
9. Itogi oprosa Schetnoj palaty Rossijskoj Federacii «Obespechenie kachestva zhilishhno-kommunal'nyh uslug» [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://www.ncongress.ru/index.php/2009-01-22-10-28-55/1156--q-q>.
10. Portal Finansovogo universiteta - potrebitel'skie ocenki sostojanija ZhKH [Elektronnyj resurs]. – URL: [http://www.fa.ru/Documents/55\\_Cities\\_2017.pdf](http://www.fa.ru/Documents/55_Cities_2017.pdf).
11. Rejting gorodov Rossii po kachestvu raboty kommunal'nyh sluzhb [Elektronnyj resurs]. – URL: [https://www.domofond.ru/statya/rejting\\_gorodov\\_rossii\\_po\\_kachestvu\\_raboty\\_kommunalnyh\\_sluzhb/6947](https://www.domofond.ru/statya/rejting_gorodov_rossii_po_kachestvu_raboty_kommunalnyh_sluzhb/6947).
12. Cena i kachestvo kommunal'nyh uslug ne ustraivajut 90% rossijan [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://iz.ru/604388/nataliia-berishvili/90-rossiian-schitaiut-kachestvo-zhilishhno-kommunalnykh-uslug-ne-sootvetstvuiushchim-tcene>.
13. Lunev R.A., Seljutin D.D., Rjazanskij D.V. Analiz shemy avtomatizacii reshenija problem gorodskogo hozjajstva // 4-aja Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija «Problemy konkurentosposobnosti potrebitel'skih tovarov i produktov pitaniya». – Kursk: JuZGU; 13 aprelja 2022. – 126-129 s.

## РАЗВИТИЕ МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКИ НАНЕСЕНИЯ ФОТОРЕЗИСТА

Уровень технологии, достигнутый предприятиями микроэлектроники, соответствует топологическому параметру или минимальному размеру между элементами топологического слоя на обрабатываемой кремниевой пластине. Этот параметр зависит от толщины и равномерности нанесенной пленки фоторезиста, которые определяются абсолютной величиной и постоянством ускорения (коэффициентом линейности скоростной характеристики) электропривода центрифуги. Также предъявляются высокие требования к однородности поверхности и целостности фоторезистивного слоя, то есть к точности контроля температурных параметров фоторезиста и рабочих поверхностей технологических модулей в условиях работы с включенным фильтровентиляционным блоком. Таким образом, с точки зрения удовлетворения ряда потребителей в современном высокотехнологичном оборудовании, сегодня актуальна задача разработки автоматизированной установки нанесения, отличающейся функциональными связями ее динамической модели, а также стабилизацией ее температурных параметров, обеспечивающих требуемые адгезионные свойства формируемой пленки. В работе представлены решения этой задачи на основе совершенствования системы управления технологическим процессом нанесения фоторезиста: графическая модель системы управления технологическим процессом нанесения, модель системы автоматического управления электропривода центрифуги, отличающаяся наличием обратной связи по ускорению, функционально определяющей его постоянство за счет регулирования угла нагрузки путем изменения угла опережения включения токов в статорной обмотке бесконтактного двигателя, система стабилизации температурных параметров, необходимая в условиях работы в рабочем объеме с контролируемой газовой средой, то есть в условиях существенного конвекционного теплообмена при включенном фильтровентиляционном блоке, а также алгоритмы программ управления модулями автоматизированной установки нанесения фоторезиста. Разработанная система управления технологическим процессом нанесения фоторезиста обеспечивает возможность создания оборудования для выпуска продукции микроэлектроники с высокими технологическими нормами за счет развития моделей и алгоритмического обеспечения системы управления установки нанесения фоторезиста.

**Ключевые слова:** топологический параметр; пленка фоторезиста; постоянство ускорения электропривода центрифуги; однородность и целостность фоторезистивного слоя; адгезионные свойства пленки фоторезиста; автоматизированная установка нанесения фоторезиста; контролируемая газовая среда; система управления; алгоритмическое обеспечение.

© Анненков А.Н., Белоусова О.В., 2022

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куликов И.Н., Рябов В.Т., Шубников А.В. Имитационное моделирование кластерного технологического оборудования в полупроводниковом производстве. – Наноинженерия, 2013. – № 9(27). – С. 3-6.
2. Виртуальный компьютерный музей. – История отечественной вычислительной техники [Электронный ресурс]. – URL: [https://computer-museum.ru/histussr/nc\\_zel\\_2.htm](https://computer-museum.ru/histussr/nc_zel_2.htm) (дата обращения: 12.05.2022).
3. Конструкторское бюро технологических машин (КБТМ) [Электронный ресурс]. – URL: <http://vkbtm.ru> (дата обращения: 12.05.2022).

4. C++ (язык программирования) [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.bmstu.wiki/C%2B%2B> (дата обращения: 12.05.2022).
5. Siemens. Каталог. Преобразователи RS-232 – RS-485. [Электронный ресурс]. – URL: <https://search.dc.siemens.com/en?q=converter> (дата обращения: 12.05.2022).
6. Программное обеспечение STEP7 [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.elinc.ru/Downloads/Siemens/step7\\_in\\_manual\\_ru.pdf](https://www.elinc.ru/Downloads/Siemens/step7_in_manual_ru.pdf) (дата обращения: 12.05.2022).
7. PLC Programming with SIMATIC STEP7. Siemens [Электронный ресурс]. – URL: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal/software/step7-tia-portal.html> (дата обращения: 12.05.2022).
8. Анненков А.Н., Белоусова О.В. Моделирование электропривода центрифуги на базе бесконтактного двигателя с возбуждением от постоянных магнитов // Научные труды КубГТУ, 2021. – № 6. – С. 36-47.
9. Свид. 2022612365 Российская Федерация. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Программа управления автоматизированной установкой нанесения фоторезиста УНФ-200А, мониторинга параметров технологического процесса, анализа и сохранения задаваемых и измеряемых данных в базу / О.В. Белоусова, А.А. Колесников, А.Н. Анненков; заявитель и правообладатель Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования «Международный институт компьютерных технологий» (RU). – №2022613175; заявл. 18.02.2022г.; опублик. 01.03.2022 г., Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.
10. ОАО «Лианозовский электромеханический завод» [Электронный ресурс]. – URL: <https://lemz.ru> (дата обращения: 12.05.2022).
11. ФГБУН Ордена Трудового Красного Знамени Институт химии силикатов им. И.В.Гребенщикова РАН (ИХС РАН) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iscras.ru> (дата обращения: 12.05.2022).
12. АО «НПО Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова» [Электронный ресурс]. – URL: <http://goi.ru> (дата обращения: 12.05.2022).

**Анненков Андрей Николаевич**

АНОО ВО «Международный институт компьютерных технологий», г. Воронеж  
Доктор технических наук, доцент, проректор по научной работе  
Тел.: 8 951 870 37 77  
E-mail: annenkovandray@yandex.ru

**Белоусова Олеся Владимировна**

АНОО ВО «Международный институт компьютерных технологий», г. Воронеж  
Старший преподаватель кафедры «Электроэнергетика»  
Тел.: 8 908 132 87 59  
E-mail: sova.ol@mail.ru

---

A.N. ANNENKOV (*Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Scientific Work*)

O.V. BELOUSOVA (*Senior Lecturer of the Department of Electric Power Engineering*)  
*International Institute of Computer Technology, Voronezh*

**DEVELOPMENT OF MODELS AND ALGORITHMIC SUPPORT  
OF THE CONTROL SYSTEM OF THE PHOTORESIST APPLICATION UNITS**

*The level of technology achieved by microelectronics enterprises corresponds to the topological parameter or minimum size between the elements of the topological layer on the silicon wafer being processed. This parameter depends on the thickness and uniformity of the applied film of the photoresist, which are determined by the absolute value and the constancy of the acceleration (coefficient of linearity of the speed characteristic) of the centrifuge electric drive. There are also high requirements for the homogeneity of the surface and the integrity of the photoresistive layer, that is, for the*

*accuracy of monitoring the temperature parameters of the photoresist and the working surfaces of the process modules in the operating conditions with the activated filter ventilation unit. Thus, from the point of view of satisfying a number of consumers in modern high-tech equipment, today the task of developing an automated application unit, characterized by functional connections of its dynamic model, as well as stabilization of its temperature parameters, which ensure the required adhesion properties of the formed film, is relevant. The paper presents solutions to this problem based on the improvement of the photoresist application process control system: graphical model of the application process control system, model of the automatic control system of the centrifuge electric drive, characterized by the presence of feedback on acceleration, which functionally determines its constancy by adjusting the load angle by changing the lead angle for turning on currents in the stator winding of a non-contact motor, temperature stabilization system required in operating environment with controlled gas medium, that is, under conditions of substantial convection heat exchange with the filter fan unit on, as well as algorithms of control programs for modules of automated photoresist application unit. The developed system for controlling the technological process of photoresist application provides the possibility of creating equipment for the production of microelectronics products with high technological standards due to the development of models and algorithmic support of the control system of the photoresist application plant.*

**Keywords:** *topological parameter; photoresist film; constant acceleration of the centrifuge electric drive; homogeneity and integrity of the photoresist layer; adhesion properties of the photoresist film; automated photoresist application unit; controlled gas medium; control system; algorithmic support.*

### **BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Kulikov I.N., Rjabov V.T., Shubnikov A.V. Imitacionnoe modelirovanie klaster'nogo tehnologicheskogo oborudovanija v poluprovodnikovom proizvodstve. – Nanoinzhenerija, 2013. – № 9(27). – S. 3-6.
2. Virtual'nyj komp'juternyj muzej. – Istorija otechestvennoj vychislitel'noj tehniki [Jelektronnyj resurs]. – URL: [https://computer-museum.ru/histussr/nc\\_zel\\_2.htm](https://computer-museum.ru/histussr/nc_zel_2.htm) (data obrashhenija: 12.05.2022).
3. Konstruktorskoje bjuro tehnologicheskikh mashin (KBTM) [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://vkbtm.ru> (data obrashhenija: 12.05.2022).
4. C++ (jazyk programirovanija) [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://ru.bmstu.wiki/C%2B%2B> (data obrashhenija: 12.05.2022).
5. Siemens. Katalog. Preobrazovateli RS-232 – RS-485. [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://search.dc.siemens.com/en?q=converter> (data obrashhenija: 12.05.2022).
6. Programmnoe obespechenie STEP7 [Jelektronnyj resurs]. – URL: [https://www.elinc.ru/Downloads/Siemens/step7\\_in\\_manual\\_ru.pdf](https://www.elinc.ru/Downloads/Siemens/step7_in_manual_ru.pdf) (data obrashhenija: 12.05.2022).
7. PLC Programming with SIMATIC STEP7. Siemens [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal/software/step7-tia-portal.html> (data obrashhenija: 12.05.2022).
8. Annenkov A.N., Belousova O.V. Modelirovanie jelektroprivoda centrifugi na baze beskontaktnogo dvigatelja s vobuzhdeniem ot postojannyh magnitov // Nauchnye trudy KubGTU, 2021. – № 6. – S. 36-47.
9. Svid. 2022612365 Rossijskaja Federacija. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM. Programma upravljenija avtomatizirovannoj ustanovkoj nanesenija fotorezista UNF-200A, monitoringa parametrov tehnologicheskogo processa, analiza i sohraneniya zadavaemyh i izmerjaemyh dannyh v bazu / O.V. Belousova, A.A. Kolesnikov, A.N. Annenkov; zajavitel' i pravoobladatel' Avtonomnaja nekommercheskaja obrazovatel'naja organizacija vysshego obrazovanija «Mezhdunarodnyj institut komp'juternyh tehnologij» (RU). – №2022613175; zajavl. 18.02.2022g.; opubl. 01.03.2022 g., Reestr programm dlja JeVM. – 1 s.
10. OAO «Lianozovskij jelektromehaničeskij zavod» [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://lemz.ru> (data obrashhenija: 12.05.2022).
11. FGBUN Ordena Trudovogo Krasnogo Znameni Institut himii silikatov im. I.V. Grebenshnikova RAN (IHS RAN) [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.iscras.ru> (data obrashhenija: 12.05.2022).
12. AO «NPO Gosudarstvennyj optičeskij institut im. S. I. Vavilova» [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://goi.ru> (data obrashhenija: 12.05.2022).

УДК 537.32

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

## КОНТРОЛЬ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

*В статье разработан метод контроля работоспособности термоэлектрических систем охлаждения на основе модулей Пельтье с использованием динамических режимов. Рассмотрены термодинамические переходные процессы и аспекты их контроля на основе алгоритмов идентификации. Проведенные экспериментальные исследования показали хорошую перспективу использования разработанного метода контроля работоспособности и эффективности работы термоэлектрических модулей на основе эффекта Пельтье на основе анализа переходных характеристик.*

**Ключевые слова:** термоэлектрическая система; агропромышленный комплекс; переходный процесс; эффект Пельтье; алгоритм идентификации.

© Васильев Г.С., Еременко С.В., Константинов И.С., 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. Анатычук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства: справочник. – Киев: Наукова Думка, 1979. – 768 с.
2. Анатычук Л.И. Современное состояние и некоторые перспективы термоэлектричества. – Термоэлектричество, 2007. – № 2. – С. 7-20.
3. Булат Л.П. Термоэлектрические охлаждение. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2002. – 147 с.
4. Малкович Б.Е.-Ш. Термоэлектрические модули на основе сплавов теллурида висмута // Доклады XI Межгосударственного семинара «Термоэлектрики и их применение». – Санкт-Петербург, 2008. – С. 462-468.
5. Filin S.O., Zakrzewski B. Modern state and prospects of development and production of stationary thermoelectric refrigerators. – Journal of thermoelectricity, 2008. – № 2. – P. 71-84.
6. Nagase K., Yamamoto A. Development of durability testing for thermoelectric power generation module. – Journal of Kinzoku materials science and technology, 2016. – № 3. – P.1347-1364.
7. Такенобу Кадзикава, Фунахама Риодзи. Новейшие разработки в области технологии термоэлектрического генерирования электроэнергии в Японии. – Термоэлектричество, 2016. – № 1. – С. 5-17.
8. Трофимов В.Е. Теплоаккумулирующая панель для поддержания микроклимата в помещении с радиоэлектронным оборудованием. – Технология и конструирование в электронной аппаратуре, 2017. – № 3. – С. 36-39.
9. Филин С.О. Закшевский Б. Современное состояние и перспективы разработки и производства стационарных термоэлектрических холодильников. – Термоэлектричество, 2008. – № 2. – С.74-88.
10. Сулин А.Б. Термоэлектрические системы охлаждения. Анализ потерь и пути повышения эффективности. – Холодильная техника, 2009. – № 8. – С. 36-39.
11. Bellcore Reliability Assurance Practice for Optoelectronic devices in Loop Applications // Issue 2, December 1993.



12. Buist J. A new method for Testing Thermoelectric materials and Devices / Proc.XI Int. Conf. on Thermoelectrics. – October 7-9, 1992. – Arlington, TX, USA.
13. Babin V.P., Gorodetskiy S.M. Thermoelectric modules quality testing by a manufacturer // Proc. XIV Int. Conf. on Thermoelectrics, June 27-30. – St. Petersburg, Russia, 1995. – P. 338-340.
14. Ziman J.M. Thermoelectrics: Basic Principles and New Material Developments.
15. Oxford: Oxford Clarendon Press, 1960.
16. Gang Chen. Nanoscale Energy Transport and Conversion. Oxford: Oxford University Press, 2005.
17. Ioffe A.F. Semiconductor thermoelements and thermoelectric cooling. – InfoSerch Limited. – London, UK, 1957.
18. Rowe D.M. CRC Handbook of Thermoelectrics, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 1995.
18. Lee H.S., Thermal design: heat sinks, thermoelectrics, heat pipes, compact heat exchangers, and solar cells, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2010.
19. Landau L.D., Lifshitz E.M. Electrodynamics of Continuous Media, 2nd Edition, Butterworth Heinemann (Oxford, 1984).
20. Кузичкин О.Р., Цаплев А.В. Температурная коррекция результатов геомониторинговых исследований на основе параметрических моделей сред. – Проектирование и технология электронных средств, 2007. – № 2. – С.39-43.
21. Выков А.А., Kuzichkin O.R. Regression prediction algorithm of suffusion processes development during geoelectric monitoring. – Advances in Environmental Biology, 2014. – № 8. – P. 1404-1410.

**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 имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Аспирант кафедры информационной безопасности

E-mail: wladimir@orel.ru

**Константинов Игорь Сергеевич**

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

Доктор технических наук, профессор кафедры математического и программного обеспечения  
информационных систем

E-mail: i.konstantinov@rgau-msha.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. Turgenov, Orel*

I.S. KONSTANTINOV (*Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department*  
*of Mathematical and Software Information Systems*)

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

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

### **MONITORING OF THE OPERABILITY OF THERMOELECTRIC COOLING SYSTEMS BASED ON THE ANALYSIS OF DYNAMIC MODES**

*The article develops a method for monitoring the operability of thermoelectric cooling systems based on Peltier modules using dynamic modes. Thermodynamic transients and their control based on identification algorithms are considered. The conducted experimental studies have shown a good prospect of using the developed method of monitoring the operability and efficiency of thermoelectric modules based on the Peltier effect based on the analysis of transient characteristics.*

**Keywords:** *thermoelectric system; agricultural complex; transition process; Peltier effect; identification algorithm.*

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

1. Anatyshuk L.I. Termojelementy i termojelektricheskie ustrojstva: spravochnik. – Kiev: Naukova Dumka, 1979. – 768 s.
2. Anatyshuk L.I. Sovremennoe sostojanie i nekotorye perspektivy termojelektrichestva. – Termojelektrichestvo, 2007. – № 2. – S. 7-20.
3. Bulat L.P. Termojelektricheskie ohlazhdenie. – SPb.: SPbGUNiPT, 2002. – 147 s.
4. Malkovich B.E.-Sh. Termojelektricheskie moduli na osnove splavov tellurida vismuta // Doklady XI Mezhsudarstvennogo seminaru «Termojelektriki i ih primenenie». – Sankt-Peterburg, 2008. – S. 462-468.
5. Filin S.O., Zakrzewski B. Modern state and prospects of development and production of stationary thermoelectric refrigerators. – Journal of thermoelectricity, 2008. – № 2. – P. 71-84.
6. Nagase K., Yamamoto A. Development of durability testing for thermoelectric power generation module. – Journal of Kinzoku materials science and technology, 2016. – № 3. – P.1347-1364.
7. Takenobu Kadzikava, Funahami Riodzi. Novejschie razrabotki v oblasti tehnologii termojelektricheskogo generirovanija jelektrojenergii v Japonii. – Termojelektrichestvo, 2016. – № 1. – S. 5-17.
8. Trofimov V.E. Teploakkumulirujushhaja panel' dlja podderzhaniya mikroklimata v pomeshhenii s radiojelektronnym oborudovaniem. – Tehnologija i konstruirovanie v jelektronnoj apparature, 2017. – № 3. – S. 36-39.
9. Filin S.O. Zakshevskij B. Sovremennoe sostojanie i perspektivy razrabotki i proizvodstva stacionarnyh termojelektricheskikh holodil'nikov. – Termojelektrichestvo, 2008. – № 2. – S.74-88.
10. Sulin A.B. Termojelektricheskie sistemy ohlazhdenija. Analiz poter' i puti povysheniya jeffektivnosti. – Holodil'naja tehnika, 2009. – № 8. – S. 36-39.
11. Bellcore Reliability Assurance Practice for Optoelectronic devices in Loop Applications // Issue 2, December 1993.
12. Buist J. A new method for Testing Thermoelectric materials and Devices / Proc.XI Int. Conf. on Thermoelectrics. – October 7-9, 1992. – Arlington, TX, USA.
13. Babin V.P., Gorodetskiy S.M. Thermoelectric modules quality testing by a manufacturer // Proc. XIV Int. Conf. on Thermoelectrics, June 27-30. – St. Petersburg, Russia, 1995. – P. 338-340.
14. Ziman J.M. Thermoelectrics: Basic Principles and New Material Developments.
15. Oxford: Oxford Clarendon Press, 1960.
16. Gang Chen. Nanoscale Energy Transport and Conversion. Oxford: Oxford University Press, 2005.

17. Ioffe A.F. Semiconductor thermoelements and thermoelectric cooling. – InfoSerch Limited. – London, UK, 1957.
18. Rowe D.M. CRC Handbook of Thermoelectrics, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 1995.
18. Lee H.S., Thermal design: heat sinks, thermoelectrics, heat pipes, compact heat exchangers, and solar cells, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 2010.
19. Landau L.D., Lifshitz E.M. Electrodynamics of Continuous Media, 2nd Edition, Butterworth Heinemann (Oxford, 1984).
20. Kuzichkin O.R., Caplev A.V. Temperaturnaja korrakcija rezul'tatov geomonitoringovyh issledovanij na osnove parametricheskikh modelej sred. – Proektirovanie i tehnologija jelektronnyh sredstv, 2007. – № 2. – S.39-43.
21. Bykov A.A., Kuzichkin O.R. Regression prediction algoritm of suffusion processes development during geoelectric monitoring. – Advances in Environmental Biology, 2014. – № 8. – P. 1404-1410.

УДК 004.89

С.А. КЛИНОВЕНКО, П.С. ЛОЖНИКОВ, Л.В. ПЛЕТНЕВ, А.Е. СУЛАВКО

### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ БУРЕНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ НЕФТИ И ГАЗА**

*Проведен систематический обзор публикаций по 2 направлениям: предупреждение аварийных ситуаций при бурении скважин и диагностика насосно-компрессорного оборудования в процессе добычи на основе методов машинного обучения. Тематика работ вызывает большой интерес у исследователей. Простои и аварии на нефтегазовых объектах приносят огромные убытки. Исследование посвящено следующим основным вопросам: особенности использования методов машинного обучения, наборов данных, выбору признаков, обобщению существующих проблем и достигнутых результатов.*

**Ключевые слова:** *аналитико-синтетическое исследование публикаций; нейросетевые алгоритмы; разработка месторождений; добыча углеводородов; искусственный интеллект.*

© Клиновенко С.А., Ложников П.С., Плетнев Л.В., Сулавко А.Е., 2022

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Geeta Yadav, Kolin Paul. Architecture and security of SCADA systems: A review // International Journal of Critical Infrastructure Protection. – Vol. 34, 2021. – 100433. Doi: 10.1016/j.ijcip.2021.100433
2. Нефтегаз. Цифровая трансформация нефтегазовой отрасли: популярный миф или объективная реальность? [Электронный ресурс]. – URL: [http://oilandgasforum.ru/data/files/Digest%20site/DAIDJEST%20WEB2\\_2.pdf](http://oilandgasforum.ru/data/files/Digest%20site/DAIDJEST%20WEB2_2.pdf) (дата обращения: 25.03.2022).
3. Дмитриевский А.Н. и др. Анализ рисков при использовании технологий искусственного интеллекта в нефтегазодобывающем комплексе / А.Н. Дмитриевский, Н.А. Еремин, П.С. Ложников, С.А. Клиновенко, В.Е. Столяров, Д.П. Иниватов // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности, 2021. – №7. – С. 17-27.
4. Susto G.A. and other. A predictive maintenance system for epitaxy processes based on filtering and prediction techniques / G.A. Susto, S. Member, A. Beghi, C.D. Luca // IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing. – № 25. – S. 638–649.
5. Козлова Д.В. Интеллектуальная добыча. Почему России необходимо изменить подход к государственному стимулированию отрасли, 2018. – №7. – С. 18-21 [Электронный ресурс]. – URL: [Neftegaz.ru](http://Neftegaz.ru).

6. Anirbid Sircar and other. Application of machine learning and artificial intelligence in oil and gas industry / Sircar Anirbid, Yadav Kriti, Rayavarapu Kamakshi, Bist Namrata, Oza Hemangi // *Petroleum Research*. – Vol. 6. - Issue 4. – 2021. – P. 379-391.
7. Дмитриевский А.Н. и др. Алгоритм создания нейросетевой модели для классификации в системах предупреждения осложнений и аварийных ситуаций при строительстве нефтяных и газовых скважин / А.Н. Дмитриевский, В.О. Дуплякин, Н.А. Еремин, В.В. Капранов // *Датчики и системы*, 2019. – № 12. – С. 3-10. Doi: 10.25728/datsys.2019.12.1.
8. Koroteev D., Zeljko Tekic. Artificial intelligence in oil and gas upstream: Trends, challenges, and scenarios for the future. – *Energy and AI*, 2021. – Vol. 3. – 100041.
9. Черников А.Д. и др. Применение методов искусственного интеллекта для выявления и прогнозирования осложнений при строительстве нефтяных и газовых скважин: проблемы и основные направления решения / А.Д. Черников, Н.А. Еремин, В.Е. Столяров, А.Г. Сбоев, О.К. Семенова-Чащина, Л.К. Фицнер // *Георесурсы*, 2020. – Т. 22. – № 3. – С. 87-96.
10. Дмитриевский А.Н. и др. Автоматизированная система предотвращения аварий при строительстве скважин / А.Н. Дмитриевский, Н.А. Еремин, А.Д. Черников, А.Г. Сбоев, О.К. Чащина-Семенова, Л.К. Фицнер, М.Я. Гельфгат, А.А. Назаретова // *Нефтяное хозяйство*, 2021. – №1. – С. 72-76.
11. Borozdin S. and other. Drilling Problems Forecast System Based on Neural Network / S. Borozdin, A. Dmitrievsky, N. Eremin, A. Arkhipov, A. Sboev, O. Chashchina-Semenova, L. Fitzner, E. Safarova // *SPE Annual Caspian Technical Conference*. - October 2020. Doi: 10.2118/202546-MS.
12. Gurina E. Application of machine learning to accidents detection at directional drilling. – *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 2020. – Т. 184. – P. 106519.
13. Gurina, E., Klyuchnikov, N., Antipova, K. Forecasting the abnormal events at well drilling with machine learning. *Appl Intell* (2022) [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1007/s10489-021-03013-x>.
14. Qodirov S., Shestakov A. Development of artificial neural network for predicting drill pipe sticking in real-time well drilling process. In: *2020 Global Smart Industry Conference (GloSIC)*, IEEE. – P. 139-144.
15. Кодиров Ш.Ш., Шестаков А.Л. Разработка искусственной нейронной сети для прогнозирования прихватов колонн бурильных труб. – *Вестник Южно-Уральского государственного университета. – Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника»*, 2019. – Т. 19. – № 3. – С. 20-32.
16. Aljubran M. and other. Deep learning and time-series analysis for the early detection of lost circulation incidents during drilling operations / M. Aljubran, J. Ramasamy, M. Bassam, A. Magana-Mora // *IEEE Access*.
17. Noshi Christine, Noynaert Samuel, Jerome Schubert. Data Mining Approaches for Casing Failure Prediction and Prevention // Paper presented at the International Petroleum Technology Conference, Beijing, China, March 2019. doi: <https://doi.org/10.2523/IPTC-19311-MS>.
18. Jyoti Bhandari and other. Risk analysis of deepwater drilling operations using Bayesian network / Bhandari Jyoti, Abbassi Rouzbeh, Garaniya Vikram, Khan Faisal // *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 2015. – Vol. 38. – P. 11-23.
19. Ricardo Emanuel Vaz Vargas and other. A realistic and public dataset with rare undesirable real events in oil wells / Ricardo Emanuel Vaz Vargas, Celso José Munaro, Patrick Marques Ciarelli, André Gonçalves Medeiros, Bruno Guberfain do Amaral, Daniel Centurion Barrionuevo, Jean Carlos Dias de Araújo, Jorge Lins Ribeiro, Lucas Pierezan Magalhães // *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 2019. – Vol. 181. – 106223.
20. Байков И.Р. Диагностирование состояния газоперекачивающих агрегатов специальными методами интерпретации спектров виброскорости. – *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*, 2019.– Т.330. – № 4.– С.59-67.
21. Dengji Zhou and other. Vibration-based fault diagnosis of the natural gas compressor using adaptive stochastic resonance realized by Generative Adversarial Networks / Dengji Zhou,

- Dawen Huang, Jiarui Hao, Yonglei Ren, Ping Jiang, Xingyun Jia // Engineering Failure Analysis, 2020. – Vol. 116. – 104759.
22. Топольников А.С. Машинное обучение для механизированной добычи нефти. – Деловой журнал NEFTEGAZ.RU, 2021. – № 5. – С. 14-19.
23. Pauline Wong and other. A minimalist approach for detecting sensor abnormality in oil and gas platforms / Pauline Wong, W.K. Wong, Filbert H. Juwono, Lenin Gopal, Mohd Amaluddin Yusoff // Petroleum Research, 2021. Doi: 10.1016/j.ptlrs.2021.09.007.
24. Прахов И.В. и др., Оценка технического состояния и ресурса машинных агрегатов нефтегазовой отрасли на основе интегрального критерия / И.В. Прахов, Новикова Фрейре Шавиер Ж. ДА К., А.В. Путенихина, А.В. Мельников // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья, 2016. – № 1. – С. 45-48.
25. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep learning. – MIT Press, Cambridge, MA, 2016.

**Клиновенко Сергей Александрович**

ООО «Газпром ВНИИГАЗ», г. Москва

Заместитель генерального директора по информационным технологиям

E-mail: s\_klinovenko@vniigaz.gazprom.ru

**Ложников Павел Сергеевич**

ООО «Газпром ВНИИГАЗ», г. Москва

ФГБОУ ВО Омский государственный технический университет, г. Омск

Доктор технических наук, заведующий кафедрой КЗИ

E-mail: lozhnikov@gmail.com

**Плетнев Леонид Валерьевич**

ООО «Газпром ВНИИГАЗ», г. Москва

Начальник Центра (ИТ-блок)

E-mail: PletnevLV@gmail.com

**Сулавко Алексей Евгеньевич**

ООО «Газпром ВНИИГАЗ», г. Москва

Ведущий научный сотрудник

ФГБОУ ВО Омский государственный технический университет, г. Омск

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: sulavich@mail.ru

---

S.A. KLINOVENKO (*Deputy Director General for Information Technology*)

P.S. LOZHNIKOV (*Doctor of Engineering Sciences, Head of the Department of KZI*)

L.V. PLETNYOV (*Head of the Center*)

*Gazprom VNIIGAZ LLC, Moscow*

A.E. SULAVKO (*Leading Researcher, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor*)

*Gazprom VNIIGAZ LLC, Moscow*

*Omsk State Technical University, Omsk*

**APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS IN PROBLEMS OF PREDICTING EMERGENCY SITUATIONS DURING DRILLING AND OPERATION OF WELLS IN OIL AND GAS FIELDS**

*A systematic review of publications in 2 areas was carried out: prevention of emergency situations during well drilling and diagnostics of pumping and compressor equipment in the production process based on machine learning methods. The subject of the work is of great interest to researchers. Downtime and accidents at oil and gas facilities bring huge losses. The study is devoted to the following main issues: features of the use of machine learning methods, data sets, feature selection, generalization of existing problems and achieved results.*

**Keywords:** analytical and synthetic research of publications; neural network algorithms; field development; hydrocarbon production; artificial intelligence.

## BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Geeta Yadav, Kolin Paul. Architecture and security of SCADA systems: A review // International Journal of Critical Infrastructure Protection. – Vol. 34, 2021. – 100433. Doi: 10.1016/j.ijcip.2021.100433
2. Neftegaz. Cifrovaja transformacija neftegazovoj otrasli: populjarnyj mif ili ob'ektivnaja real'nost'? [Jelektronnyj resurs]. – URL: [http://oilandgasforum.ru/data/files/Digest%20site/DAIDJEST%20WEB2\\_2.pdf](http://oilandgasforum.ru/data/files/Digest%20site/DAIDJEST%20WEB2_2.pdf) (data obrashhenija: 25.03.2022).
3. Dmitrievskij A.N. i dr. Analiz riskov pri ispol'zovanii tehnologij iskusstvennogo intellekta v neftegazodobyvajushhem komplekse / A.N. Dmitrievskij, N.A. Eremin, P.S. Lozhnikov, S.A. Klinovenko, V.E. Stoljarov, D.P. Inivatov // Avtomatizacija, telemehanizacija i svjaz' v neftjanoy promyshlennosti, 2021. – №7. – S. 17-27.
4. Susto G.A. and other. A predictive maintenance system for epitaxy processes based on filtering and prediction techniques / G.A. Susto, S. Member, A. Beghi, C.D. Luca // IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing. – № 25. – S. 638–649.
5. Kozlova D.V. Intellektual'naja dobycha. Pochemu Rossii neobходимо izmenit' podhod k gosudarstvennomu stimulirovaniju otrasli, 2018. – №7. – С. 18-21 [Jelektronnyj resurs]. – URL: Neftegaz.ru.
6. Anirbid Sircar and other. Application of machine learning and artificial intelligence in oil and gas industry / Sircar Anirbid, Yadav Kriti, Rayavarapu Kamakshi, Bist Namrata, Oza Hemangi // Petroleum Research. – Vol. 6. - Issue 4. – 2021. – P. 379-391.
7. Dmitrievskij A.N. i dr. Algoritm sozdaniya nejrosetevoy modeli dlja klassifikacii v sistemah preduprezhdenija oslozhnenij i avarijnyh situacij pri stroitel'stve neftjanyh i gazovyh skvazhin / A.N. Dmitrievskij, V.O. Dupljakin, N.A. Eremin, V.V. Kapranov // Datchiki i sistemy, 2019. – № 12. – S. 3-10. Doi: 10.25728/datsys.2019.12.1.
8. Koroteev D., Zeljko Tekic. Artificial intelligence in oil and gas upstream: Trends, challenges, and scenarios for the future. – Energy and AI, 2021. – Vol. 3. – 100041.
9. Chernikov A.D. i dr. Primenenie metodov iskusstvennogo intellekta dlja vyjavlenija i prognozirovanija oslozhnenij pri stroitel'stve neftjanyh i gazovyh skvazhin: problemy i osnovnye napravlenija reshenija / A.D. Chernikov, N.A. Eremin, V.E. Stoljarov, A.G. Sboev, O.K. Semenova-Chashhina, L.K. Ficner // Georesursy, 2020. – T. 22. – № 3. – S. 87-96.
10. Dmitrievskij A.N. i dr. Avtomatizirovannaja sistema predotvrashhenija avarij pri stroitel'stve skvazhin / A.N. Dmitrievskij, N.A. Eremin, A.D. Chernikov, A.G. Sboev, O.K. Chashhina-Semenova, L.K. Ficner, M.Ja. Gel'fgat, A.A. Nazaretova // Neftjanoe hozjajstvo, 2021. – №1. – S. 72-76.
11. Borozdin S. and other. Drilling Problems Forecast System Based on Neural Network / S. Borozdin, A. Dmitrievsky, N. Eremin, A. Arkhipov, A. Sboev, O. Chashchina-Semenova, L. Fitzner, E. Safarova // SPE Annual Caspian Technical Conference. - October 2020. Doi: 10.2118/202546-MS.
12. Gurina E. Application of machine learning to accidents detection at directional drilling. – Journal of Petroleum Science and Engineering, 2020. – T. 184. – P. 106519.
13. Gurina, E., Klyuchnikov, N., Antipova, K. Forecasting the abnormal events at well drilling with machine learning. Appl Intell (2022) [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.1007/s10489-021-03013-x>.
14. Qodirov S., Shestakov A. Development of artificial neural network for predicting drill pipe sticking in real-time well drilling process. In: 2020 Global Smart Industry Conference (GloSIC), IEEE. – P. 139-144.
15. Kodirov Sh.Sh., Shestakov A.L. Razrabotka iskusstvennoj nejronnoj seti dlja prognozirovanija prihvatoov kolonn buril'nyh trub. – Vestnik Juzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. – Serija «Komp'juternye tehnologii, upravlenie, radioelektronika», 2019. – T. 19. – № 3. – S. 20-32.
16. Aljubran M. and other. Deep learning and time-series analysis for the early detection of lost circulation incidents during drilling operations / M. Aljubran, J. Ramasamy, M. Bassam, A. Magana-Mora // IEEE Access.
17. Noshi Christine, Noynaert Samuel, Jerome Schubert. Data Mining Approaches for Casing Failure Prediction and Prevention // Paper presented at the International Petroleum Technology Conference, Beijing, China, March 2019. doi: <https://doi.org/10.2523/IPTC-19311-MS>.
18. Jyoti Bhandari and other. Risk analysis of deepwater drilling operations using Bayesian network / Bhandari Jyoti, Abbassi Rouzbeh, Garaniya Vikram, Khan Faisal // Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2015. – Vol. 38. – P. 11-23.

19. Ricardo Emanuel Vaz Vargas and other. A realistic and public dataset with rare undesirable real events in oil wells / Ricardo Emanuel Vaz Vargas, Celso José Munaro, Patrick Marques Ciarelli, André Gonçalves Medeiros, Bruno Guberfain do Amaral, Daniel Centurion Barrionuevo, Jean Carlos Dias de Araújo, Jorge Lins Ribeiro, Lucas Pierezan Magalhães // Journal of Petroleum Science and Engineering, 2019. – Vol. 181. – 106223.
20. Bajkov I.R. Diagnostirovanie sostojanija gazoperekachivajushhih agregatov special'nymi metodami interpretacii spektrov vibroskorosti. – Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov, 2019. – Т. 330. – № 4. – С. 59-67.
21. Dengji Zhou and other. Vibration-based fault diagnosis of the natural gas compressor using adaptive stochastic resonance realized by Generative Adversarial Networks / Dengji Zhou, Dawen Huang, Jiarui Hao, Yonglei Ren, Ping Jiang, Xingyun Jia // Engineering Failure Analysis, 2020. – Vol. 116. – 104759.
22. Topol'nikov A.S. Mashinnoe obuchenie dlja mehanizirovannoj dobychi nefti. – Delovoj zhurnal NEFTEGAZ.RU, 2021. – № 5. – С. 14-19.
23. Pauline Wong and other. A minimalist approach for detecting sensor abnormality in oil and gas platforms / Pauline Wong, W.K. Wong, Filbert H. Juwono, Lenin Gopal, Mohd Amaluddin Yusoff // Petroleum Research, 2021. Doi: 10.1016/j.ptlrs.2021.09.007.
24. Prahov I.V. i dr., Ocenka tehničeskogo sostojanija i resursa mashinnyh agregatov neftegazovoj otrasli na osnove integral'nogo kriterija / I.V. Prahov, Novikova Frejre Shavier Zh. DA K., A.V. Putenihina, A.V. Mel'nikov // Transport i hranenie nefteproduktov i uglevodorodnogo syr'ja, 2016. – № 1. – С. 45-48.
25. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep learning. – MIT Press, Cambridge, MA, 2016.

*МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ*

УДК: 004.023

Н.М. ГЕРАСИМОВА, П.В. ЛУКЪЯНОВ

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ  
ПРОЦЕССА ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

*В статье рассмотрена проблема контроля процесса выполнения выпускной квалификационной работы. Была разработана модель системы контроля версий процесса выполнения выпускной квалификационной работы, в основе которой лежат принципы работы системы контроля версий GIT. Выделены основные варианты программной реализации с целью решения сформулированной в результате исследования проблемы.*

**Ключевые слова:** выпускная квалификационная работа; система управления версиями; фиксация; задача.

©Герасимова Н.М., Лукьянов П.В., 2022

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Git: Git book [Электронный ресурс]. – URL: <https://git-scm.com/book/ru/v2/Введение-О-системе-контроля-версий> (дата обращения: 15.11.21).
2. Положение И ОГУ 84-01-02-2018 ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева» о выпускной квалификационной работе (новая редакция) – Орел: 2018. – 23 с.
3. Яндекс.Метрика [Электронный ресурс]. – URL: <https://metrika.yandex.ru/dashboard> (дата обращения: 01.07.2021).

**Герасимова Надежда Максимовна**

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

Студент

Тел.: 8 960 641 15 24

E-mail: [gerasimova.nadezhda2001@gmail.com](mailto:gerasimova.nadezhda2001@gmail.com)

**Лукьянов Павел Вадимович**

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел  
Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий  
Тел.: 8 920 801 64 79  
E-mail: finalmailblin@mail.ru

---

N.M. GERASIMOVA (*Student*)

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

### **DEVELOPMENT OF A MODEL OF THE CONTROL SYSTEM OF THE PROCESS OF IMPLEMENTATION OF THE QUALIFICATION WORK**

*The article considers the problem of monitoring the process of completing the qualification work. A model of the version control system for the process of completing the qualification work was developed, which is based on the principles of the GIT version control system. The main options for software implementation are identified in order to solve the problem formulated as a result of the study.*

**Keywords:** *qualification work; version control system; fixation; task.*

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

1. Git: Git book [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://git-scm.com/book/ru/v2/Vvedenie-O-sisteme-kontrolja-versij> (data obrashhenija: 15.11.21).
2. Polozhenie I OGU 84-01-02-2018 FGBOU VO «OGU imeni I.S. Turgeneva» o vypusknnoj kvalifikacionnoj rabote (novaja redakcija) – Orel: 2018. – 23 s.
3. Jandeks.Metrika [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://metrika.yandex.ru/dashboard> (data obrashhenija: 01.07.2021).

*ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ*

УДК 004.715

К.А. БАТЕНКОВ, А.В. КУЛАЕВ

### **ВЫБОР МЕТРИКИ МАРШРУТИЗАЦИИ В БЕСПРОВОДНЫХ MESH-СЕТЯХ**

*Рассмотрены основные метрики маршрутизации в современных беспроводных mesh-сетях, произведен их сравнительный анализ по различным критериям, осуществлен выбор метрики с наилучшей функциональностью.*

**Ключевые слова:** *mesh-сеть; метрика маршрутизации; время передачи; производительность линии; многоканальная маршрутизация.*

© Батенков К.А., Кулаев А.В., 2022

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Вишнеvский В. и др. Маршрутизация в широкополосных беспроводных mesh-сетях стандарта IEEE 802.11s / В. Вишнеvский, Д. Лаконцев, А. Сафонов, С. Шпилев // ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2008. – № 6. – С. 64-69.
2. RFC 2328. OSPF version 2. Ascend Communication, 1998. – 244 p.



3. Перепелкин Д.А. Повышение качества функционирования корпоративных сетей на базе протокола EIGRP. – Качество. Инновации. Образование, 2012. – № 5(84). – С. 99-106.
4. Douglas S. J. De Couto, Daniel Aguayo, John Bicket, Robert Morris. A High-Throughput Path Metric for MultiHop Wireless Routing. Proceedings of the 9th ACM International Conference on Mobile Computing and Networking, MobiCom, September 2003. – P. 26-48.
5. Padhye J., Draves R., Zill B. Routing in Multi-Radio, Multi-Hop Wireless Mesh Networks. proceedings of the 10th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking, 2004. – P. 39-65.
6. Wang J., Yang Y., Kravets R. Interference-aware Load Balancing for Multihop Wireless Networks. Technical Rep. UIUCDCS-R-2005-2526, Department of Computer Science, University of Illinois at Urbana Champaign, 2005. – P. 40-45.
7. Vaidya N.H., Kyasanur P. Routing and Link-layer Protocols for Multi-Channel Multi-Interface Ad Hoc Wireless Networks. Technical Report, University of Illinois at Urbana Champaign, 2005. – P. 41-47.
8. Buddhikot M.M., Subramanian P., Miller S. Interference aware routing in multi-radio wireless mesh networks // In IEEE Workshop on Wireless Mesh Networks (WiMesh), 2006. – P. 42-47.
9. Vinicius C.M. Borges and other. Routing Metric for Interference and Channel Diversity in Multi-Radio Wireless Mesh Networks / Vinicius C.M. Borges, Daniel Pereira, Marilia Curado, Edmundo Monteiro // Proceedings of the 8th International Conference on Ad-Hoc, Mobile and Wireless Networks, 2009. – P. 43-47.
10. Usman Ashraf, Guy Juanole, Slim Abdellatif. An Interference and Link-Quality Aware Routing Metric for Wireless Mesh Networks // Proceedings of the 68th IEEE Vehicular Technology Conference, VTC Fall 2008, 2008. – P. 3-62.

**Батенков Кирилл Александрович**

ФГКБОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел  
Доктор технических наук, доцент, сотрудник  
E-mail: pustur@yandex.ru

**Кулаев Александр Владимирович**

ФГКБОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел  
Кандидат технических наук, сотрудник

---

K.A. BATENKOV (*Doctor of Engineering Science, Associate Professor, Employee*)

A.V. KULAEV (*Candidate of Engineering Sciences, Employee*)  
*The Academy of Federal Security Guard Service of the Russian Federation, Orel*

**CHOOSING A ROUTING METRIC IN WIRELESS MESH NETWORKS**

*The main routing metrics in modern wireless mesh networks are considered, their comparative analysis according to various criteria is carried out, the choice of the metric with the best functionality is carried out.*

**Keywords:** mesh network; routing metric; transmission time; line performance; multi-channel routing.

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Vishnevskij V. i dr. Marshrutizacija v širokopolosnyh besprovodnyh mesh-setjah standarta IEEE 802.11s / V. Vishnevskij, D. Lakoncev, A. Safonov, S. Shpilev // JeLEKTRONIKA: NTB, 2008. – № 6. – S. 64-69.
2. RFC 2328. OSPF version 2. Ascend Communication, 1998. – 244 p.
3. Perepelkin D.A. Povyshenie kachestva funkcionirovanija korporativnyh setej na baze protokola EIGRP. – Kachestvo. Innovacii. Obrazovanie, 2012. – № 5(84). – S. 99-106.
4. Douglas S. J. De Couto, Daniel Aguayo, John Bicket, Robert Morris. A High-Throughput Path Metric for MultiHop Wireless Routing. Proceedings of the 9th ACM International Conference on Mobile Computing and Networking, MobiCom, September 2003. – P. 26-48.

5. Padhye J., Draves R., Zill B. Routing in Multi-Radio, Multi-Hop Wireless Mesh Networks. proceedings of the 10th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking, 2004. – P. 39-65.
6. Wang J., Yang Y., Kravets R. Interference-aware Load Balancing for Multihop Wireless Networks. Technical Rep. UIUCDCS-R-2005-2526, Department of Computer Science, University of Illinois at Urbana Champaign, 2005. – P. 40-45.
7. Vaidya N.H., Kyasanur P. Routing and Link-layer Protocols for Multi-Channel Multi-Interface Ad Hoc Wireless Networks. Technical Report, University of Illinois at Urbana Champaign, 2005. – P. 41-47.
8. Buddhikot M.M., Subramanian P., Miller S. Interference aware routing in multi-radio wireless mesh networks // In IEEE Workshop on Wireless Mesh Networks (WiMesh), 2006. – P. 42-47.
9. Vinicius C.M. Borges and other. Routing Metric for Interference and Channel Diversity in Multi-Radio Wireless Mesh Networks / Vinicius C.M. Borges, Daniel Pereira, Marilia Curado, Edmundo Monteiro // Proceedings of the 8th International Conference on Ad-Hoc, Mobile and Wireless Networks, 2009. – P. 43-47.
10. Usman Ashraf, Guy Juanole, Slim Abdellatif. An Interference and Link-Quality Aware Routing Metric for Wireless Mesh Networks // Proceedings of the 68th IEEE Vehicular Technology Conference, VTC Fall 2008, 2008. – P. 3-62.

УДК 621.291

А.Е. МИРОНОВ, А.Н. ОРЕШИН

**ОСОБЕННОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАФИКА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ  
ЗВЕНОМ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ  
В УСЛОВИЯХ ВВЕДЕНИЯ ОГРАНИЧЕНИЯ НА ЧИСЛО  
УСТАНОВЛЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ МАЛОРЕСУРСНОГО СЕРВИСА**

*В работе рассмотрена модель звена мультисервисной сети связи при реализации стратегии доступа отдельных сервисов с ограничением по числу установленных соединений.*

***Ключевые слова:** звено мультисервисной сети; механизм ограничения доступа заявок по числу максимально возможных установленных соединений; алгоритм свертки векторов; характеристики качества обслуживания требований.*

© Миронов А.Е., Орешин А.Н., 2022

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Степанов С.Н. Основы телетрафика мультисервисных сетей. – М.: Эко-Трендз, 2010. – 392 с.
2. Степанов С.Н. Теория телетрафика: концепции, модели, приложения. – М.: Горячая линия – Телеком, 2015. – 808 с.
3. Башарин Г.П. Лекции по математической теории телетрафика. – М.: Изд-во РУДН, 2004.
4. Орешин А.Н. и др. Анализ статистики голосового трафика сети Ethernet с помощью программы Wireshark / А.Н. Орешин, А.Е. Миронов, К.А. Батенков. А.В. Королев // Телекоммуникации, 2018. – Вып. 10. – С. 39-47.
5. Орешин А.Н., Миронов А.Е. Исследование загрузки единиц канального ресурса звеньев мультисервисной сети связи при реализации полноступенчатой стратегии доступа и кластеризации ресурсов. – Информационные системы и технологии, 2021. – № 6(128). – С. 109-112.
6. Миронов А.Е., Орешин А.Н., Сайтов И.А. Механизм выравнивания качества обслуживания сервисов реального времени, требующих разных канальных ресурсов для

обслуживания заявок. – Информационные системы и технологии, 2021. – № 4(126). – С. 107-111.

**Миронов Александр Егорович**

ФГКБОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел  
Кандидат технических наук, доцент, сотрудник  
Тел: 8 (4862) 54-98-28  
E-mail: alexmir34@ya.ru

**Орешин Андрей Николаевич**

ФГКБОУ 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

---

A.E. MIRONOV (*Candidate of Engineering Science, Associate Professor, Employee*)

A.N. OREShIN (*Candidate of Engineering Science, Associate Professor, Employee*)  
*The Academy of Federal Security Guard Service of the Russian Federation, Orel*

**FEATURES OF REAL-TIME TRAFFIC SERVICE BY A LINK OF A MULTISERVICE COMMUNICATION NETWORK IN THE CONTEXT OF THE INTRODUCTION OF RESTRICTIONS ON THE NUMBER OF ESTABLISHED CONNECTIONS OF A LOW-RESOURCE SERVICE**

*The paper considers a model of a multiservice communication network link when implementing an access strategy for individual services with a limit on the number of established connections.*

**Keywords:** *a link in a multiservice network; a mechanism for restricting access to applications by the number of maximum possible established connections; an algorithm for convolution of vectors; characteristics of the quality of service requirements.*

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Stepanov S.N. Osnovy teletrafika mul'tiservisnyh setej. – М.: Jeko-Trendz, 2010. – 392 s.
2. Stepanov S.N. Teorija teletrafika: koncepcii, modeli, prilozhenija. – М.: Gorjachaja linija – Telekom, 2015. – 808 s.
3. Basharin G.P. Lekcii po matematicheskoj teorii teletrafika. – М.: Izd-vo RUDN, 2004.
4. Oreshin A.N. i dr. Analiz statistiki golosovogo trafika seti Ethernet s pomoshh'ju programmy Wireshark / A.N. Oreshin, A.E. Mironov, K.A. Batenkov. A.V. Korolev // Telekommunikacii, 2018. – Vyp. 10. – S. 39-47.
5. Oreshin A.N., Mironov A.E. Issledovanie zagruzki edinic kanal'nogo resursa zven'ev mul'tiservisnoj seti svjazi pri realizacii polnodostupnoj strategii dostupa i klasterizacii resursov. – Informacionnye sistemy i tehnologii, 2021. – № 6(128). – S. 109-112.
6. Mironov A.E., Oreshin A.N., Saitov I.A. Mehanizm vyravnivanija kachestva obsluzhivanija servisov real'nogo vremeni, trebujushhij raznyj kanal'nyj resurs dlja obsluzhivanija zajavok. – Informacionnye sistemy i tehnologii, 2021. – № 4(126). – S. 107-111.

М.А. ГЛАДЫШЕВ, В.А. ШУТОВ

## УГРОЗА НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО РАСКРЫТИЯ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ ДАННЫХ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ WINDOWS 10

*В данной статье описана проблема несанкционированного раскрытия парольной информации пользователей в операционной системе Windows 10. Проведено исследование по реальной возможности раскрытия файлов, хранящих парольную информацию и предложены варианты по предотвращению эксплуатации уязвимостей, связанных с данной проблемой. Оценены и выделены требования безопасности к системе, нарушение которых может привести к утечке конфиденциальных данных с последующим несанкционированным раскрытием. Статья посвящена проблематике безопасности файлов службы LSASS операционной системы Windows 10.*

**Ключевые слова:** информационная безопасность; защита информации; уязвимости; операционная система Windows 10; хэш пароля; локальные пользователи системы; несанкционированное раскрытие.

©Гладышев М.А., Шутов В.А., 2022

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руссинович М. и др. Внутреннее устройство Windows / М. Руссинович, Д. Соломон, А. Йонеску, П. Йосифович. – 7-е изд. – СПб: Питер, 2018. – 994 с.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-2-2013 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. – Часть 2. Функциональные компоненты безопасности; взамен ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-2-2008; Введен 2014-09-01. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 328 с.
3. Таненбаум Э., Бос Х. Современные операционные системы. – 4-е изд. – СПб: Питер, 2015. – 1120 с.
4. Исходный код программы secretsdump.py [Электронный ресурс]. – URL: <https://github.com/SecureAuthCorp/impacket/blob/master/impacket/examples/secretsdump.py> (дата обращения: 24.01.2022).
5. Исходный код программы mimikatz [Электронный ресурс]. – URL: [https://github.com/gentilkiwi/mimikatz/blob/master/mimikatz/modules/kuhl\\_m\\_lsadump.c](https://github.com/gentilkiwi/mimikatz/blob/master/mimikatz/modules/kuhl_m_lsadump.c) (дата обращения: 24.01.2022).
6. Исходный код программы mimikatz [Электронный ресурс]. – URL: [https://github.com/gentilkiwi/mimikatz/blob/master/mimikatz/modules/kuhl\\_m\\_lsadump.h](https://github.com/gentilkiwi/mimikatz/blob/master/mimikatz/modules/kuhl_m_lsadump.h) (дата обращения: 24.01.2022).
7. Хранение и шифрование паролей Microsoft Windows [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/114150/> (дата обращения: 24.01.2022).

**Гладышев Максим Алексеевич**

ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва

Студент

Тел.: 7 915 036 27 25

E-mail: 0362725@mail.ru

**Шутов Василий Александрович**

ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва

Ассистент

M.A. GLADY'ShEV (*Student*)

V.A. ShUTOV (*Assistant*)  
MIREA – Russian Technological University, Moscow

### THREAT OF UNAUTHORIZED DISCLOSURE CRITICAL DATA OF THE WINDOWS 10 OPERATING SYSTEM

*This article describes the problem of unauthorized disclosure of user password information in the Windows 10 operating system. A study was conducted on the real possibility of disclosure of files storing password information, and options were proposed to prevent exploitation of vulnerabilities associated with this problem. The security requirements for the system are evaluated and highlighted, the violation of which may lead to the leakage of confidential data with subsequent unauthorized disclosure. The article is devoted to the problems of security of the LSASS service files of the Windows 10 operating system.*

**Keywords:** *information security; information protection; vulnerabilities; Windows 10 operating system; password hash; local system users; unauthorized disclosure.*

#### BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Russinovich M. i dr. Vnutrennee ustrojstvo Windows / M. Russinovich, D. Solomon, A. Ionescu, P. Josifovich. – 7-e izd. – SPB: Piter, 2018. – 994 s.
2. GOST R ISO/MJeK 15408-2-2013 Informacionnaja tehnologija. Metody i sredstva obespechenija bezopasnosti. Kriterii ocenki bezopasnosti informacionnyh tehnologij. – Chast' 2. Funkcional'nye komponenty bezopasnosti; vzamen GOST R ISO/MJeK 15408-2-2008; Vveden 2014-09-01. – Moskva: Standartinform, 2014. – 328 s.
3. Tanenbaum Je., Bos H. Sovremennye operacionnye sistemy. – 4-e izd. – SPB: Piter, 2015. – 1120 s.
4. Ishodnyj kod programmy secretsdump.py [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://github.com/SecureAuthCorp/impacket/blob/master/impacket/examples/secretsdump.py> (data obrashhenija: 24.01.2022).
5. Ishodnyj kod programmy mimikatz [Jelektronnyj resurs]. – URL: [https://github.com/gentilkiwi/mimikatz/blob/master/mimikatz/modules/kuhl\\_m\\_lsadump.c](https://github.com/gentilkiwi/mimikatz/blob/master/mimikatz/modules/kuhl_m_lsadump.c) (data obrashhenija: 24.01.2022).
6. Ishodnyj kod programmy mimikatz [Jelektronnyj resurs]. – URL: [https://github.com/gentilkiwi/mimikatz/blob/master/mimikatz/modules/kuhl\\_m\\_lsadump.h](https://github.com/gentilkiwi/mimikatz/blob/master/mimikatz/modules/kuhl_m_lsadump.h) (data obrashhenija: 24.01.2022).
7. Hranenie i shifrovanie parolej Microsoft Windows [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://habr.com/ru/post/114150/> (data obrashhenija: 24.01.2022).

УДК 004.73

В.Т. ЕРЕМЕНКО, А.Н. ОСИПОВ, М.Ю. РЫТОВ, А.П. ФИСУН

### МЕТОДИКА СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ ТРАНСПОРТА ГАЗА В ТРУДНОДОСТУПНЫХ РАЙОНАХ

*Предложен подход, обеспечивающий сбор и обработку данных оперативно-диспетчерского управления объектами транспорта газа в труднодоступных районах, который обеспечивает повышение эффективности использования пропускной способности прямого канала оперативно-диспетчерского управления за счет снижения избыточности в формируемом плане передачи*

пакетных данных. Учет межуровневых взаимодействий осуществляется в рамках текущей иерархической структуры стека протоколов и может быть использован для динамической адаптации.

**Ключевые слова:** оперативно-диспетчерское управление; иерархическая система управления; межуровневые взаимодействия; марковские процессы принятия решения.

©Еременко В.Т., Осипов А.Н., Рытов М.Ю., Фисун А.П., 2022

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бернер Л.И., Никаноров В.В. Современные требования к системам линейной телемеханики магистральных газопроводов. – Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности, 2013 – № 1. – С. 5-7.
2. Мосягин М.Н. и др. Опыт создания интегрированной АСУТП газотранспортного предприятия / М.Н. Мосягин, А.М. Руденко, В.В. Никаноров, В.Б. Гармаш, П.Е., Бениаминов, О.В. Фурманчук // Научно-экономический сборник «Газовая промышленность». – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2010. – № 6. – С. 22-25.
3. Носонов А.Ю., Лузин В.Ю. Корпоративная сеть передачи данных Группы «Газпром» – транспортная основа реализации Стратегии информатизации ОАО «Газпром». – Спецвыпуск журнала «Газовая промышленность». – Автоматизация производственно-технологических процессов, метрология и связь на объектах газовой отрасли. – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2012. – С. 34-56.
4. Муминов Р.М. Космические технологии в системе управления газовой отрасли. – Научно-экономический сборник «Газовая промышленность». – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2009 – № 6. – С. 35-42.
5. ETSI EN 302 307. Digital Video Broadcasting (DVB); Second generation framing structure, channel coding and modulation system for Broadcasting Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications.

### **Еременко Владимир Тарасович**

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

### **Осипов Алексей Николаевич**

НТЦ «Фобос-НТ», г. Орел  
Инженер  
Тел.: 8 910 301 35 51  
E-mail: osipov2008@inbox.ru

### **Рытов Михаил Юрьевич**

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»  
Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Системы информационной безопасности»  
Тел.: 8 910 330 02 37  
E-mail: rmy@tu-bryansk.ru

### **Фисун Александр Павлович**

Управление по Орловской области филиала ФГУП «ГРЧЦ» в Центральном федеральном округе,  
г. Орел  
Доктор технических наук, профессор, заместитель начальника управления  
Тел.: 8 910 307 00 81  
E-mail: fisun11@yandex.ru

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

A.N. OSIPOV (*Engineer*)  
*STC «Phobos-NT», Orel*

M.Yu. RY'TOV (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,*  
*Head of the Department «Systems of Information Security»*)  
*Bryansk State Technical University, Bryansk*

A.P. FISUN (*Doctor of Engineering Sciences, Professor, Deputy Head of Department*)  
*The Office for Orel Region Branch of FSUE «Enterprise of the Central Federal District»*  
*in the Central Federal District, Orel*

**METHODOLOGY FOR COLLECTING AND PROCESSING DATA  
OF OPERATIONAL AND DISPATCH MANAGEMENT  
OF GAS TRANSPORTATION FACILITIES IN HARD TO ACCESSIBLE AREAS**

*An approach is proposed that provides the collection and processing of data on the operational dispatch control of gas transport facilities in hard-to-reach areas, which improves the efficiency of using the bandwidth of the direct channel of the operational dispatch control by reducing redundancy in the generated packet data transmission plan. Accounting for interlayer interactions is carried out within the current hierarchical structure of the protocol stack and can be used for dynamic adaptation.*

**Keywords:** *supervisory control; hierarchical management system; interlevel interactions; Markov processes of decision-making.*

**BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)**

1. Berner L.I., Nikanorov V.V. *Sovremennye trebovaniya k sistemam linejnoy telemehaniki magistral'nyh gazoprovodov.* – Avtomatizacija, telemehanizacija i svjaz' v neftjanoj promyshlennosti, 2013 – № 1. – S. 5-7.
2. Mosjagin M.N. i dr. *Opyt sozdaniya integrirovannoj ASUTP gazotransportnogo predpriyatija / M.N. Mosjagin, A.M. Rudenko, V.V. Nikanorov, V.B. Garmash, P.E., Beniaminov, O.V. Furmanchuk // Nauchno-jekonomicheskij sbornik «Gazovaja promyshlennost'».* – M.: OOO «IRC Gazprom», 2010. – № 6. – S. 22-25.
3. Nosonov A.Ju., Luzin V.Ju. *Korporativnaja set' peredachi dannyh Gruppy «Gazprom» – transportnaja osnova realizacii Strategii informatizacii OAO «Gazprom».* – Specvypusk zhurnala «Gazovaja promyshlennost'». – Avtomatizacija proizvodstvenno-tehnologicheskikh processov, metrologija i svjaz' na ob#ektah gazovoj otrasli. – M.: OOO «IRC Gazprom», 2012. – S. 34-56.
4. Muminov R.M. *Kosmicheskie tehnologii v sisteme upravlenija gazovoj otrasli.* – Nauchno-jekonomicheskij sbornik «Gazovaja promyshlennost'». – M.: OOO «IRC Gazprom», 2009 – № 6. – S. 35-42.
5. ETSI EN 302 307. *Digital Video Broadcasting (DVB); Second generation framing structure, channel coding and modulation system for Broadcasting Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications.*

**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.