

ISSN 2072-8964

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

1 (147) 2025

№ 1(147) 2025

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 Игорь Сергеевич**, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Белгородский государственный национальный исследовательский университет (Белгород)

Редакционная коллегия

Зам. главного редактора – **Коськин Александр Васильевич**, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (Орел)

Аверченков Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Брянский государственный технический университет (Брянск)

Еременко Владимир Тарасович – доктор технических наук, профессор, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (Орел)

Иванников Александр Дмитриевич – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, лауреат премий Правительства РФ в области образования за 1998 и 2008 гг., ФГБУН Институт проблем проектирования в микроэлектронике РАН (Москва)

Кузичкин Олег Рудольфович – доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Белгородский государственный национальный исследовательский университет (Белгород)

Подмастерьев Константин Валентинович – доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, почетный работник науки и техники РФ, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (Орел)

Попков Юрий Соломонович – доктор технических наук, профессор, академик РАН заслуженный деятель науки РФ, Институт системного анализа ФИЦ ИУ РАН (Москва)

Раков Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (Орел)

Соколов Игорь Анатольевич – доктор технических наук, профессор, академик РАН, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, Институт прикладной информатики РАН, ВМК МГУ им. Ломоносова (Москва), ФИЦ ИУ РАН (Москва)

Савина Ольга Александровна – доктор экономических наук, профессор, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (Орел)

Сдано в набор 01.02.2025 г.

Подписано в печать 10.02.2025 г.

Дата выхода в свет 13.03.2025 г.

Формат 70х108 / 16

Усл. печ. л. 7,5. Тираж 300 экз. Цена свободная

Заказ № 43

Отпечатано с готового оригинал-макета на полиграфической базе

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»,

302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95

Подписной индекс 15998 по объединенному каталогу

«Пресса России»

на сайтах www.ppressa-rf.ru, 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.....5-35
2. Информационные технологии в социально-экономических и организационно-технических системах36-66
3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.....67-93
4. Математическое и программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем.....94-107
5. Телекоммуникационные системы и компьютерные сети.....108-117
6. Информационная безопасность и защита информации.....118-130

Перечень специальностей ВАК

- 2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды (технические науки)
- 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций (технические науки)
- 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки)
- 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)
- 2.3.4. Управление в организационных системах (технические науки)

Редакция

Федорова Наталья Юрьевна
Митин Александр Александрович

Адрес издателя журнала

302026, Орловская область г. Орел,
ул. Комсомольская, 95
+7(4862) 75-13-18 www.oreluniver.ru
E-mail: info@oreluniver.ru

Адрес редакции

302020, Орловская область, г. Орел,
Наугорское шоссе, 40
+7(4862) 43-49-56
[www. https://oreluniver.ru/science/journal/isit](http://www.https://oreluniver.ru/science/journal/isit)
E-mail: Fedorovanat57@mail.ru

Зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ №ФС 77-67168 от 16.09.2016 г.

© ОГУ имени И.С. Тургенева, 2025

Editor-in-chief – Konstantinov Igor Sergeevich, doctor of engineering sciences, professor, honored scientist of the Russian Federation, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, Belgorod state national research university (Belgorod)

Editorial board

Deputy Editor-in-Chief - Koskin Alexander Vasilyevich, doctor of engineering sciences, professor, honored worker of higher education of the Russian Federation, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, Orel state university named after I.S. Turgenev (Orel)

Averchenkov Vladimir Ivanovich – doctor of engineering sciences, professor, honored scientist of the Russian Federation, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, Bryansk state technical university (Bryansk)

Eremenko Vladimir Tarasovich – doctor of engineering sciences, professor, Orel state university named after I.S. Turgenev (Orel)

Ivannikov Alexander Dmitrievich – doctor of engineering sciences, professor, chief researcher, laureate of the Government of the Russian Federation in the field of education for 1998 and 2008, Institute of design problems in microelectronics of the Russian Academy of Sciences (Moscow)

Kuzichkin Oleg Rudolfovich – doctor of engineering sciences, professor, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, Belgorod state national research university (Belgorod)

Podmasteriev Konstantin Valentinovich – doctor of engineering sciences, professor, honored worker of higher education of the Russian Federation, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, honorary worker of science and technology of the Russian Federation, Orel state university named after I.S. Turgenev (Orel)

Popkov Yuri Solomonovich – doctor of engineering sciences, professor, academician of the Russian Academy of Sciences, honored scientist of the Russian Federation, Institute of system analysis of the ITI RAS

Rakov Vladimir Ivanovich – doctor of engineering sciences, professor, Orel state university named after I.S. Turgenev (Orel)

Sokolov Igor Anatolyevich – doctor of engineering sciences, professor, academician of the Russian Academy of Sciences, laureate of the Russian Government Prize in Science and Technology, Institute of Applied Informatics of the Russian Academy of Sciences, Lomonosov Moscow State University (Moscow), FITI RAS (Moscow)

Savina Olga Aleksandrovna – doctor of economics, professor, Orel state university named after I.S. Turgenev (Orel)

In this number

1. Mathematical and computer simulation.....5-35
2. Information technologies in social and economic and organizational-technical systems.....36-66
3. Automation and control of technological processes and manufactures.....67-93
4. Software of the computer facilities and the automated systems.....94-107
5. Telecommunication systems and computer networks.....108-117
6. Information and data security.....118-130

List of specialties of the Higher Attestation Commission

- 2.2.8. Methods and devices for monitoring and diagnostics of materials, products, substances and the natural environment (engineering I sciences)
- 2.2.15. Telecommunication systems, networks and devices (engineering I sciences)
- 2.3.1. System analysis, management and information processing (engineering sciences)
- 2.3.3. Automation and control of technological processes and productions (engineering sciences)
- 2.3.4. Management in organizational systems (engineering sciences)

The editors

Fedorova Natalia Yurievna
Mitin Alexander Alexandrovich

It is sent to the printer's on 01.02.2025

10.02.2025 is put to bed

Date of publication 13.03.2025

Format 70x108 / 16

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

Free price

The order № 43

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-rr.ru and www.akc.ru

The address of the publisher of journal

302026, Orel region, Orel,
Komsomolskaya street, 95
(4862) 75-13-18; www.oreluniver.ru;
E-mail: info@oreluniver.ru

The address of the editorial office

302020, Orel region, Orel, Highway Naugorskoe, 40
(4862) 43-49-56;
[www. https://oreluniver.ru/science/journal/isit](https://oreluniver.ru/science/journal/isit);
E-mail: Fedorovanat57@mail.ru

*The materials of the articles are printed in the author's edition.
The right to use the works is granted by the authors on the basis of clause 2 of Article 1286 of the Fourth Part of the Civil Code of the Russian Federation.*

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

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.

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Ю.С. АГБАНОВ, В.В. БЕЗРУЧКО, В.К. САНСЕВИЧ

Алгоритм управления параметрами и режимами работы радиоэлектронных средств связи и управления в условиях деструктивных воздействий.....5-16

Т.К. БИРЮКОВА, А.А. ЖИГАЛОВ

Моделирование программно-аппаратной системы неинвазивного мониторинга пищевого поведения сельскохозяйственных животных.....17-26

Я.Е. КРОТОВ

Применимость математических моделей на базе теории графов к холакратическим организационным системам.....27-35

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Т.Ю. АНОХИНА, В.Н. ВОЛКОВ

Разработка математического обеспечения для алгоритма интеллектуальной поддержки формирования рейтинговых списков абитуриентов образовательного учреждения.....36-42

А.В. БЫКОВА

Эффективность применения автоматизированных алгоритмов обработки запросов сервисного обслуживания через web-портал промышленного предприятия.....43-51

И.Н. КРУГЛОВ, А.А. СТЫЧУК

Проектирование структуры подсистемы планирования производства для конфигурации «1С: Управление нашей фирмой 3.0».....52-56

О.Р. КУЗИЧКИН, Е.В. РУСАНОВ, Е.В. РУСАНОВА

Концептуальная основа децентрализованной системы цифрового земледелия для устойчивого и безопасного управления данными.....57-66

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

Ю.А. ГАЛКИНА, А.В. КОРМАЧЕВА, Н.С. КОРМАЧЕВ

Эффективность Agile-методологии при внедрении систем автоматизации на производственных предприятиях.....67-73

А.С. ГОРЛОВ, С.А. ПОПОВ, Г.А. ФАЛЬКОВ

Разработка и исследование систем управления активным фильтром гармоник для улучшения качества электроэнергии.....74-84

А.А. КОЛОМЫЧЕНКО, А.В. КОСЬКИН

Анализ подходов к автоматизации проектирования теплогенерирующих установок.....85-93

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

А.А. АРХАНГЕЛЬСКИЙ, В.Н. ШЕЛЯКИН

Влияние свойств выполняемой программы на структуру многопроцессорной системы для параллельной обработки цифровых изображений.....94-100

Д.И. ПОПОВ

Анализ эффективности адаптивных алгоритмов режектирования пассивных помех.....101-107

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

Ф.В. ЗАНДЕР, А.К. ДАШКОВА, В.А. КОМАРОВ, А.В. МИШУРОВ

Исследовательский аппаратно-программный комплекс сигналов IoT-устройств.....108-117

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

Д.И. АКИНЬШИН, В.В. ТВЕРДОХЛЕБ, А.М. ХЛОПОВ

Метод сокрытия данных в компонентной области Jpeg-контейнера.....118-130

CONTENT

MATHEMATICAL AND COMPUTER SIMULATION

Yu.S. AGBANOV, V.V. BEZRUCHKO, V.K. SANSEVICH

An algorithm for controlling the parameters and modes of operation of radio-electronic communication and control facilities in conditions of destructive5-16

T.K. BIRYUKOVA, A.A. ZhIGALOV

Modeling of a hardware and software system for non-invasive monitoring of the feeding behavior of farm animals.....17-26

Ya.E. KROTOV

Graps tehory mathematical models applicability to holacratic organizational systems.....27-35

INFORMATION TECHNOLOGIES IN SOCIAL AND ECONOMIC AND ORGANIZATIONAL-TECHNICAL SYSTEMS

T.Yu. ANOXINA, V.N. VOLKOV

Designation of the mathematical apparatus for the algorithm of intellectual support for the formation of rating lists of applicants of an educational institution.....36-42

A.V. BYKOVA

The effectiveness of the implementation of automated algorithms for processing service requests through the web portal at a manufacturing enterprise.....43-51

I.N. KRUGLOV, A.A. STYCHUK

Designing the structure of the production planning subsystem for the configuration «1C: Management of our firm 3.0».....52-56

O.R. KUZICHKIN, E.V. RUSANOV, E.V. RUSANOVA

A conceptual framework for a decentralized digital farming system for sustainable and secure data management.....57-66

AUTOMATION AND CONTROL OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND MANUFACTURES

Yu.A. GALKINA, A.V. KORMACHEVA, N.S. KORMACHEV

Efficiency of Agile methodology in the implementation of automation systems at manufacturing enterprises.....67-73

A.S. GORLOV, S.A. POPOV, G.A. FAL'KOV

Development and research of active harmonic filter control systems to improve the quality of electricity.....74-84

A.A. KOLOMYCHENKO, A.V. KOS'KIN

Analysis of approaches to automation of design of heat generating plants.....85-93

SOFTWARE OF THE COMPUTER FACILITIES AND THE AUTOMATED SYSTEMS

A.A. ARXANGEL'SKIY, V.N. ShEMYAKIN

The influence of program properties on the structure of a multiprocessor system for parallel processing of digital images.....94-100

D.I. POPOV

Analysis of the effectiveness of adaptive algorithms for passive interference rejection.....101-107

TELECOMMUNICATION SYSTEMS AND COMPUTER NETWORKS

F.V. ZANDER, A.K. DASHKOVA, V.A. KOMAROV, A.V. MISHUROV

Research hardware and software complex of IoT device signals.....108-117

INFORMATION AND DATA SECURITY

D.I. AKIN'SHIN, V.V. TVERDOXLEB, A.M. XLOPOV

Method of hiding data in the component area of a Jpeg container.....118-130

УДК 654.026

Ю.С. АГБАНОВ, В.В. БЕЗРУЧКО, В.К. САНСЕВИЧ

**АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ
И РЕЖИМАМИ РАБОТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ СВЯЗИ
И УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ДЕСТРУКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

В статье рассмотрены вопросы учета потенциальных возможностей радиоэлектронных средств связи и управления при целенаправленном противодействии противника, уточнены особенности процесса функционирования, разработаны математические модели, описывающие функционирование данных средств при воздействии на них различных дестабилизирующих факторов, рассмотрена антагонистическая модель взаимодействия радиоэлектронных средств связи и управления и системы преднамеренных деструктивных воздействий. Доказана необходимость построения эффективных вычислительных алгоритмов, которые бы позволили осуществлять определение потенциальных возможностей радиоэлектронных средств связи и управления в условиях сложной обстановки.

Ключевые слова: средства связи и управления; методы теории игр; моделирование.

© Агбанов Ю.С., Безручко В.В., Сансевич В.К., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анохин Р.Д. и др. Математическое моделирование игрового управления ресурсами сетей связи в изменяющихся условиях их функционирования / Р.Д. Анохин, В.В. Безручко, К.Е. Волобуев, В.К. Сансевич // Информационные системы и технологии, 2021. – № 2(124). – Орел: ОГУ.
2. Безручко В.В. и др. Методика многокритериального синтеза игровых марковских стратегий управления ресурсами сети связи / В.В. Безручко, В.М. Миронов, В.К. Сансевич, А.М. Сентяков // Информационные системы и технологии, 2021. – № 3(125). – Орел: ОГУ.
3. Батенков К.А. Устойчивость сетей связи: учебное пособие. – Орел: Академия ФСО России, 2018.
1. Иродов И.Е. Математическая теория игр и приложения: учебное пособие КПП. – СПб.: Лань КПП, 2016. – 448 с.
2. Воробьев Н.Н. Основы теории игр. Бескоалиционные игры. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 496 с.
3. Ворожцов А.В. Путь в современную информатику: Комбинаторика, анализ, теория графов, теория игр, моделированию, теория информации, логика и теория множеств. – М.: Ленанд, 2017. – 144 с.
4. Краснов М. Вся высшая математика: Теория вероятностей, математическая статистика, теория игр. – Т.5. – М.: КД Либроком, 2013. – 296 с.

Агбанов Юрий Саянович

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

Безручко Валерий Владимирович

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

Сансевич Валерий Константинович

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

Yu.S. AGBANOV (Employee)

V.V. BEZRUCHKO (Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor)

V.K. SANSEVICH (Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor)
The Academy of Federal Security Guard Service of the Russian Federation, Orel

AN ALGORITHM FOR CONTROLLING THE PARAMETERS AND MODES OF OPERATION OF RADIO-ELECTRONIC COMMUNICATION AND CONTROL FACILITIES IN CONDITIONS OF DESTRUCTIVE

The article considers the issues of taking into account the potential capabilities of radio-electronic means of communication and control with purposeful optimized counteraction of the enemy, clarifies the features of the functioning process, develops mathematical models describing the functioning of these means when exposed to various destabilizing factors, considers an antagonistic model of interaction of radio-electronic means of communication and control and a system of deliberate destructive influences. The necessity of constructing effective computational algorithms that would allow determining the potential capabilities of radio-electronic communication and control facilities in a difficult environment is proved.

Keywords: communication and management tools; methods of game theory; modeling.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Anohin R.D. i dr. Matematicheskoe modelirovanie igrovogo upravlenija resursami setej svjazi v izmenjajushhijah uslovijah ih funkcionirovanija / R.D. Anohin, V.V. Bezruchko, K.E. Volobuev, V.K. Sansevich // Informacionnye sistemy i tehnologii, 2021. – № 2(124). – Orel: OGU.
2. Bezruchko V.V. i dr. Metodika mnogokriterial'nogo sinteza igrovych markovskih strategij upravlenija resursami seti svjazi / V.V. Bezruchko, V.M. Mironov, V.K. Sansevich, A.M. Sentjakov // Informacionnye sistemy i tehnologii, 2021. – № 3(125). – Orel: OGU.
3. Batenkov K.A. Ustojchivost' setej svjazi: uchebnoe posobie. – Orel: Akademija FSO Rossii, 2018.
4. Irodov I.E. Matematicheskaja teorija igr i prilozhenija: uchebnoe posobie KPT. – SPb.: Lan' KPT, 2016. – 448 c.
5. Vorob'ev N.N. Osnovy teorii igr. Beskoalicionnye igry. – M.: Nauka. Glavnaja redakcija fiziko-matematicheskij literatury, 1984. – 496 s.
6. Vorozhcov A.V. Put' v sovremennuju informatiku: Kombinatorika, analiz, teorija grafov, teorija igr, modelirovaniju, teorija informacii, logika i teorija mnozhestv. – M.: Lenand, 2017. – 144 c.
7. Krasnov M. Vsja vysshaja matematika: Teorija verojatnostej, matematicheskaja statistika, teorija igr. – T.5. – M.: KD Librokom, 2013. – 296 c.

УДК 004.8, 004.93'1, 004.932

Т.К. БИРЮКОВА, А.А. ЖИГАЛОВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЙ СИСТЕМЫ НЕИНВАЗИВНОГО МОНИТОРИНГА ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

В сфере животноводства актуальной является задача создания неинвазивных методов наблюдения за животными. Важнейшим показателем, по которому можно судить о состоянии здоровья животных, является пищевое поведение, то есть частота и длительность потребления пищи и воды. Эти данные могут, в частности, использоваться для своевременного выявления болезней и других нештатных ситуаций. В данной статье предлагается проект программно-аппаратной системы неинвазивного автоматического мониторинга пищевого поведения сельскохозяйственных животных с биометрической идентификацией особей. Разработаны и обучены нейросетевые модели, предназначенные для выделения животных на изображениях и для идентификации особей. Указанные модели применимы для животных различных видов, при этом обучение нейронных сетей и

экспериментальные исследования проведены для домашних свиней. Аппаратная часть системы включает двухсекционную кормушку с отделениями для еды и питья, а также видеокамеры, передающие данные на сервер для дальнейшего анализа и выдачи предупреждений и рекомендаций на автоматизированные рабочие места операторов.

Ключевые слова: интернет вещей; автоматизация наблюдения за животными; умная кормушка; нейронная сеть; детекция; распознавание лиц; распознавание животных; идентификация свиней.

Бирюкова Т.К., Жигалов А.А., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белоглазов П.Г. Единая система идентификации животных: проблемы, решения и перспективы. – Эффективное животноводство, 2019. – № 7. – С. 52-53.
2. Riekert M. and other. Automatically detecting pig position and posture by 2D camera imaging and deep learning / M. Riekert, A. Klein, F. Adrion, C. Hoffmann, E. Gallmann // Computers and Electronics in Agriculture, 2020. – V. 174 [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105391> (дата обращения: 06.09.2024).
3. Lee S.K. Pig Pose Estimation Based on Extracted Data of Mask R-CNN with VGG Neural Network for Classification. – Electronic Theses and Dissertations, 2020. – V. 4098 [Electronic resource]. – URL: <https://openprairie.sdstate.edu/etd/409> (дата обращения: 06.09.2024).
4. Zhang L. and other. Individual Pig Detection and Tracking in Pig Farms / L. Zhang, H. Gray, Xujiong, L. Collins, N. Allinson // Sensors, 2019. – V. 19(5) [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.3390/s19051188> (дата обращения: 06.09.2024).
5. Kashiha M.A. and other. Automatic weight estimation of individual pigs using image analysis / M. Kashiha, C. Bahr, S. Ott, Ch.P.H. Moons, Th.A. Niewold, F.O. Odberg, D. Berckmans // Comput. Electron. Agric., 2014. – V. 107. – P. 38-44. – Doi: 10.1016/j.compag.2014.06.003.
6. Camerlink I. and other. Facial expression as a potential measure of both intent and emotion / I. Camerlink, E. Coulange, M. Farish, E.M. Baxter, S.P. Turner // Nature, 2018 [Electronic resource]. – URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-35905-3> (дата обращения: 06.09.2024).
7. Huang W. and other. Weber Texture Local Descriptor for Identification of Group-Housed Pigs / W. Huang, W. Zhu, Ch. Ma, Y. Guo // Sensors, 2020. – V. 20(16). – 4649 [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.3390/s20164649> (дата обращения: 06.09.2024).
8. Hansen M.F. and other. Towards on-farm pig face recognition using convolutional neural networks / M.F. Hansen, M.L. Smith, L.N. Smith, Michael G. Salter, E.M. Baxter, M. Farish, B. Grieve // Computers in Industry, 2018. – V. 98. – P. 145-152 [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.02.016> (дата обращения: 06.09.2024).
9. Yin Z. and other. Lightweight Pig Face Feature Learning Evaluation and Application Based on Attention Mechanism and Two-Stage Transfer Learning / Z. Yin, M. Peng, Z. Guo, Y. Zhao, Y. Li, W. Zhang, F. Li, X. Guo // Agriculture, 2024, – V. 14: 156 [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture14010156> (дата обращения: 06.09.2024).
10. Kashiha M.A. and other. Automatic identification of marked pigs in a pen using image pattern recognition / M. Kashiha, C. Bahr, S. Ott, Ch. P.H. Moons, Th. A. Niewold, F.O. Odberg, D. Berckmans // Computers and Electronics in Agriculture, 2013. – V 93. – P. 111-120 [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2013.01.013> (дата обращения: 06.09.2024).
11. Alameer A. and other. Automatic recognition of feeding and foraging behaviour in pigs using deep learning / A. Alameer, I. Kyriazakis, H.A. Dalton, L. Amy // Mathematics and Information Sciences, 2024. – № 18(2). – P. 241-249 // Miller, Jaume Bacardit // Biosystems Engineering, 2020. – V. 197. – P. 91-104. [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2020.06.013> (дата обращения: 06.09.2024).
12. Zhuang Y. and other. Systems to Monitor the Individual Feeding and Drinking Behaviors of Growing Pigs Based on Machine Vision / Y. Zhuang, K. Zhou, Zh. Zhou, H. Ji, G. Teng // Agriculture, 2023. – V. 13(103) [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture13010103> (дата обращения: 06.09.2024).

13. Ivashchuk O. and other. Neural network methods for the detection of farm animals in dense dynamic groups on images / L. Atymtayeva, A. Zhigalov, O. Ivashchuk, V. Fedorov // Mathematics and Information Sciences, 2024. – № 18(2). – С. 241-249.
14. Жигалов А.А. и др. Методы нейросетевой детекции сельскохозяйственных животных в плотных динамических группах на изображениях / А.А. Жигалов, О.А. Иващук, Т.К. Бирюкова, В.И. Федоров // Искусственный интеллект и принятие решений, 2023. – №1. – С. 55-66.
15. Li G. and other. Fast Recognition of Pig Faces Based on Improved YOLOv3 / G. Li, J. Jiao, G. Shi, H. Ma, L. Gu, L. Tao // Journal of Physics: Conference Series, 2022. – V. 2171. – DOI:10.1088/1742-6596/2171/1/012005.
16. Fu K. and other. Intrinsic Relationship Reasoning for Small Object Detection / K. Fu, J. Li, L. Ma, K. Mu, Y. Tian // Computer Science. Computer Vision and Pattern Recognition. arXiv:2009.00833v1, 2020 [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2009.00833> (дата обращения: 06.09.2024).
17. Deng J. and other. ArcFace: Additive Angular Margin Loss for Deep Face Recognition / J. Deng, J. Guo, J. Yang, N. Xue, I. Kotsia, S. Zafeiriou // Computer Science. Computer Vision and Pattern Recognition // arXiv:1801.07698, 2022 [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1801.07698> (дата обращения: 15.04.2024).
18. Labeled Faces in the Wild [Electronic resource]. – URL: <https://vis-www.cs.umass.edu/lfw/> (дата обращения: 06.09.2024).

Бирюкова Татьяна Константиновна

ФГУ «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва

Кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник

Тел.: 8 916 105 73 23

E-mail: yukonta@mail.ru

Жигалов Алексей Алексеевич

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,

г. Белгород

Соискатель ученой степени кандидата технических наук, выпускник аспирантуры

Тел.: 8 952 426 20 55

E-mail: jigaloff@gmail.com

*T.K. BIRYUKOVA (Candidate of Physico-mathematical Sciences, Senior Researcher)
Federal Research Center «Computer Science and Control» of Russian Academy of Sciences, Moscow*

*A.A. ZhIGALOV (Candidate of the degree of Candidate of Engineering Sciences,
Graduate of Post-graduate Studies)
Belgorod State National Research University, Belgorod*

**MODELING OF A HARDWARE AND SOFTWARE SYSTEM
FOR NON-INVASIVE MONITORING OF THE FEEDING BEHAVIOR OF FARM ANIMALS**

In the field of animal husbandry, the task of creating non-invasive methods for monitoring animal health is relevant. The most important indicator that can be used to judge the health of animals is eating behavior, that is, the frequency and duration of food and water consumption. These data can, in particular, be used to track diseases and other emergency situations. This article presents a project of a software and hardware system for non-invasive control of the eating behavior of farm animals with biometric identification of individuals. Neural network models designed to detect animals in images and to identify individuals have been developed and trained. These models are applicable to animals of various species, with neural network training and experimental studies conducted on domestic pigs. The hardware part of the system includes a two-section feeder with compartments for food and drink, as well as video cameras that transmit data to the server for further analysis and issuance of warnings and recommendations at the operator's workplaces.

Keywords: *internet of things; automation of animal monitoring; smart feeder; neural network; detection; face recognition; animal recognition; pig identification*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Beloglazov P.G. Edinaja sistema identifikacii zhivotnyh: problemy, reshenija i perspektivy. – *Jefferktivnoe zhivotnovodstvo*, 2019. – № 7. – S. 52-53.
2. Riekert M. and other. Automatically detecting pig position and posture by 2D camera imaging and deep learning / M. Riekert, A. Klein, F. Adrion, C. Hoffmann, E. Gallmann // *Computers and Electronics in Agriculture*, 2020. – V. 174 [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105391> (data obrashhenija: 06.09.2024).
3. Lee S.K. Pig Pose Estimation Based on Extracted Data of Mask R-CNN with VGG Neural Network for Classification. – *Electronic Theses and Dissertations*, 2020. – V. 4098 [Electronic resource]. – URL: <https://openprairie.sdstate.edu/etd/409> (data obrashhenija: 06.09.2024).
4. Zhang L. and other. Individual Pig Detection and Tracking in Pig Farms / L. Zhang, H. Gray, Xujiong, L. Collins, N. Allinson // *Sensors*, 2019. – V. 19(5) [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.3390/s19051188> (data obrashhenija: 06.09.2024).
5. Kashiha M.A. and other. Automatic weight estimation of individual pigs using image analysis / M. Kashiha, C. Bahr, S. Ott, Ch.P.H. Moons, Th.A. Niewold, F.O. Odberg, D. Berckmans // *Comput. Electron. Agric.*, 2014. – V. 107. – P. 38-44. – Doi: 10.1016/j.compag.2014.06.003.
6. Camerlink I. and other. Facial expression as a potential measure of both intent and emotion / I. Camerlink, E. Coulange, M. Farish, E.M. Baxter, S.P. Turner // *Nature*, 2018 [Electronic resource]. – URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-35905-3> (data obrashhenija: 06.09.2024).
7. Huang W. and other. Weber Texture Local Descriptor for Identification of Group-Housed Pigs / W. Huang, W. Zhu, Ch. Ma, Y. Guo // *Sensors*, 2020. – V. 20(16). – 4649 [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.3390/s20164649> (data obrashhenija: 06.09.2024).
8. Hansen M.F. and other. Towards on-farm pig face recognition using convolutional neural networks / M.F. Hansen, M.L. Smith, L.N. Smith, Michael G. Salter, E.M. Baxter, M. Farish, B. Grieve // *Computers in Industry*, 2018. – V. 98. – P. 145-152 [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.02.016> (data obrashhenija: 06.09.2024).
9. Yin Z. and other. Lightweight Pig Face Feature Learning Evaluation and Application Based on Attention Mechanism and Two-Stage Transfer Learning / Z. Yin, M. Peng, Z. Guo, Y. Zhao, Y. Li, W. Zhang, F. Li, X. Guo // *Agriculture*, 2024, – V. 14: 156 [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture14010156> (data obrashhenija: 06.09.2024).
10. Kashiha M.A. and other. Automatic identification of marked pigs in a pen using image pattern recognition / M. Kashiha, C. Bahr, S. Ott, Ch. P.H. Moons, Th. A. Niewold, F.O. Odberg, D. Berckmans // *Computers and Electronics in Agriculture*, 2013. – V 93. – P. 111-120 [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2013.01.013> (data obrashhenija: 06.09.2024).
11. Alameer A. and other. Automatic recognition of feeding and foraging behaviour in pigs using deep learning / A. Alameer, I. Kyriazakis, H.A. Dalton, L. Amy // *Mathematics and Information Sciences*, 2024. – № 18(2). – P. 241-249 // Miller, Jaume Bacardit // *Biosystems Engineering*, 2020. – V. 197. – P. 91-104. [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2020.06.013> (data obrashhenija: 06.09.2024).
12. Zhuang Y. and other. Systems to Monitor the Individual Feeding and Drinking Behaviors of Growing Pigs Based on Machine Vision / Y. Zhuang, K. Zhou, Zh. Zhou, H. Ji, G. Teng // *Agriculture*, 2023. – V. 13(103) [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture13010103> (data obrashhenija: 06.09.2024).
13. Ivashchuk O. and other. Neural network methods for the detection of farm animals in dense dynamic groups on images / L. Atymtayeva, A. Zhigalov, O. Ivashchuk, V. Fedorov // *Mathematics and Information Sciences*, 2024. – № 18(2). – C. 241-249.
14. Zhigalov A.A. i dr. Metody nejrosetevoy detekcii sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh v plotnyh dinamicheskikh gruppah na izobrazhenijah / A.A. Zhigalov, O.A. Ivashchuk, T.K. Birjukova, V.I. Fedorov // *Iskusstvennyj intellekt i prinjatie reshenij*, 2023. – №1. – S. 55-66.
15. Li G. and other. Fast Recognition of Pig Faces Based on Improved Yolov3 / G. Li, J. Jiao, G. Shi, H. Ma, L. Gu, L. Tao // *Journal of Physics: Conference Series*, 2022. – V. 2171. – Doi:10.1088/1742-6596/2171/1/012005.

16. Fu K. and other. Intrinsic Relationship Reasoning for Small Object Detection / K. Fu, J. Li, L. Ma, K. Mu, Y. Tian // Computer Science. Computer Vision and Pattern Recognition. arXiv:2009.00833v1, 2020 [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2009.00833> (data obrashhenija: 06.09.2024).
17. Deng J. and other. ArcFace: Additive Angular Margin Loss for Deep Face Recognition / J. Deng, J. Guo, J. Yang, N. Xue, I. Kotsia, S. Zafeiriou // Computer Science. Computer Vision and Pattern Recognition // arXiv:1801.07698, 2022 [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1801.07698> (data obrashhenija: 15.04.2024).
18. Labeled Faces in the Wild [Electronic resource]. – URL: <https://vis-www.cs.umass.edu/lfw/> (data obrashhenija: 06.09.2024).

УДК 004.31

Я.Е. КРОТОВ

ПРИМЕНИМОСТЬ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НА БАЗЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ К ХОЛАКРАТИЧЕСКИМ ОРГАНИЗАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ

В работе представлены результаты исследования вопросов использования теории графов для моделирования и описания процессов в холакратических организационных системах. Основная задача, на решение которой направлено исследование, состояла в проверке применимости Эйлеровых обходов и паросочетания в двудольных графах для описания комплексных процессов разработки программного обеспечения в холакратических организационных системах. В ходе исследования установлено, что упомянутый инструментарий теории графов не только применим для описания процессов в холакратических организационных системах, но и показывает значительное превосходство холакратических организационных систем над классическими каскадными и матричными моделями управления по ряду параметров. Проведенный анализ позволил определить функциональные разрывы на уровне концептуальной модели, создавая задел для будущих исследований гибридных моделей для работы с прогнозными значениями по устойчивости холакратической организационной системы при заданных параметрах.

Ключевые слова: управление в организационных системах; холакратические модели управления; теория графов; Эйлеровы обходы; паросочетания в двудольных графах; гибридные математические модели управления организационными процессами.

©Кротов Я.Е., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dijkman R., García-Bañuelos L. Graph matching algorithms for business process model similarity search. – Computer science and engineering, 2019. – № 2. – P 8.
2. Estes J., Pandey V. Investigating the effect of organization structure and cognitive profiles on engineering team performance using agent-based models and graph theory. – Mathematics Journal, 2023. – № 11. – P. 4.
3. Moutsinas G., Shuaib C. Graph hierarchy: a novel framework to analyze hierarchical structures in complex networks. – Nature – Scientific Reports, 2021. – № 11. – P. 8.
4. Myhan R., Jachimczyk E., Markowski M. The use of graph theory for modeling and analyzing the structure of a complex system, with the example of an industrial grain drying line. – Processes Journal, 2023. – № 11. – P. 12.
5. Velinov E., Vassilev V. Holacracy and obliquity: contingency management approaches in organizing companies. – Problems and perspectives in management journal, 2018.
6. Wang H. Network graph theory and organizational model analysis based on mathematical modeling with the dynamic systematic data perspective. – Abstract under 6ht International Conference on Trends in Electronics and Informatics, 2022. – P. 916.

7. Wurm B. and other. Power to all of few people? An exploration of power dynamics in holacracy / B. Wurm, R. Minnaar, J. Mendling, E. Strauss // Proceedings of the 57th Hawaii International Conference on System Sciences, 2024. – P. 6246.
8. Абгалдаева А.А., Пушкин А.Ю. Применение теории графов в сфере информационных технологий. – Электронный журнал Universum, 2023. – № 2. – С. 12.
9. Дистель Р. Теория графов; пер. с англ. – Новосибирск: Изд-во Института математика, 2002. – 336 С.
10. Кротов Я.Е. Холакратические модели управления в организационных системах. – Научный результат. Информационные технологии, 2024. – Т. 9. – № 2. – С. 49-59.
11. Харламова Т.Л., Поняева И.И. Теоретические основы применения теории графов при реализации инновационного подхода к развитию предприятий. – Социально-экономический и гуманитарный журнал, 2022. – № 3. – С. 99.

Кротов Яков Евгеньевич

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», г. Санкт-Петербург

Аспирант факультета цифровых трансформаций

Тел.: 8 919 399 78 33

E-mail: yakov.krotoff@gmail.com

Ya.E. KROTOV (*Post-graduate Student of the Digital Transformation Faculty*)
National Research University ITMO, Saint Petersburg

**GRAPS THEORY MATHEMATICAL MODELS APPLICABILITY
TO HOLACRATIC ORGANIZATIONAL SYSTEMS**

This article presents research results of a graphs theory applicability problem for modeling and designing processes in holacratic organizational systems. Key task of this research was focused on tests of Eulerian bypasses and matchings in bipartite graphs applicability for designing complex software development processes in holacratic organizational systems. As a result, it was found that above-mentioned special cases of the graphs theory are not only applicable for designing processes in holacratic organizational systems, but also significantly surpass classical cascade and matrix management models in organizational systems by a various parameters. The analysis allowed to identify functional gaps under conceptual model level as well as creating a foundation for future research on hybrid models applicability for predicting sustainability of a holacratic organizational system under given parameters.

Keywords: *organizational systems management; holacratic management models; graphs theory; Eulerian bypasses; matchings in bipartite graphs; hybrid mathematical models for managing organizational processes.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Dijkman R., García-Bañuelos L. Graph matching algorithms for business process model similarity search. – Computer science and engineering, 2019. – № 2. – P. 8.
2. Estes J., Pandey V. Investigating the effect of organization structure and cognitive profiles on engineering team performance using agent-based models and graph theory. – Mathematics Journal, 2023. – № 11. – P. 4.
3. Moutsinas G., Shuaib C. Graph hierarchy: a novel framework to analyze hierarchical structures in complex networks. – Nature – Scientific Reports, 2021. – № 11. – P. 8.
4. Myhan R., Jachimczyk E., Markowski M. The use of graph theory for modeling and analyzing the structure of a complex system, with the example of an industrial grain drying line. – Processes Journal, 2023. – № 11. – P. 12.
5. Velinov E., Vassilev V. Holacracy and obliquity: contingency management approaches in organizing companies. – Problems and perspectives in management journal, 2018.
6. Wang H. Network graph theory and organizational model analysis based on mathematical modeling with the dynamic systematic data perspective. – Abstract under 6ht International Conference on Trends in Electronics and Informatics, 2022. – P. 916.
7. Wurm B. and other. Power to all of few people? An exploration of power dynamics in holacracy / B. Wurm, R. Minnaar, J. Mendling, E. Strauss // Proceedings of the 57th Hawaii International Conference on System Sciences, 2024. – P. 6246.
8. Abgaldaeva A.A., Pushkin A.Ju. Primenenie teorii grafov v sfere informacionnyh tehnologij. – Jelektronnyj zhurnal Universum, 2023. – № 2. – S. 12.

9. Distel' R. Teorija grafov; per. s angl. – Novosibirsk: Izd-vo Instituta matematika, 2002. – 336 S.
10. Krotov Ja.E. Holakraticheskie modeli upravlenija v organizacionnyh sistemah. – Nauchnyj rezul'tat. Informacionnye tehnologii, 2024. – Т. 9. – № 2. – S. 49-59.
11. Harlamova T.L., Ponjaeva I.I. Teoreticheskie osnovy primenenija teorii grafov pri realizacii innovacionnogo podhoda k razvitiyu predpriyatij. – Social'no-jekonomicheskij i gumanitarnyj zhurnal, 2022. – № 3. – S. 99.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ
И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УДК 004.421

Т.Ю. АНОХИНА, В.Н. ВОЛКОВ

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АЛГОРИТМА
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЙТИНГОВЫХ
СПИСКОВ АБИТУРИЕНТОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ**

В статье рассмотрены вопросы, касающиеся интеллектуальной поддержки проведения приемной кампании учебными заведениями, осуществляющими подготовку по программам среднего профессионального образования. Обозначена проблема отсутствия унификации правил приема абитуриентов. Представлен математический аппарат для расчета возможности «выигрыша» конкурсной ситуации, основываясь на данных рейтинговых списков.

Ключевые слова: автоматизация процесса; алгоритм; интеллектуальная поддержка; рейтинг абитуриентов; математическая логика; порядок приема.

© Анохина Т.Ю., Волков В.Н., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об образовании в Российской Федерации: федеральный закон от 29.12.2012 № 273–ФЗ // Информационно-правовое обеспечение «Гарант» [Электронный ресурс]. – URL: <http://base.garant.ru/70291362/> (дата обращения: 04.12.2024).
2. Об утверждении Порядка приема на обучение по образовательным программам начального общего, основного общего и среднего общего образования: приказ Минпросвещения РФ от 2.09.2020 № 458 // Минпросвещения России [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/b85d4853c0d14befe926bad3a79a91d6/> (дата обращения: 04.12.2024).
3. Чернова С.В., Чернова Е.В. Использование информационных технологий в работе приемной комиссии вуза // Евразийский Союз Ученых, 2015. – № 7-3 (16) [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-informatsionnyh-tehnologiy-v-rabote-priemnoy-komissii-vuza> (дата обращения: 01.12.2024).
4. Швецов В.И., Мухаметжанов И.Г. Организация работы с данными в многоуровневой информационной системе управления контингентом абитуриентов и студентов // Вестник ННГУ, 2012. – № 4-1 [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-raboty-s-dannymi-v-mnogourovnevoy-informatsionnoy-sisteme-upravleniya-kontingentom-abiturientov-i-studentov> (дата обращения: 01.12.2024).

Анохина Татьяна Юрьевна

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

Аспирант

E-mail: tan-ano@mail.ru

Волков Вадим Николаевич

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий

T.Yu. ANOXINA (*Post-graduate Student*)

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

**DESIGNATION OF THE MATHEMATICAL APPARATUS FOR THE ALGORITHM
OF INTELLECTUAL SUPPORT FOR THE FORMATION OF RATING LISTS OF APPLICANTS
OF AN EDUCATIONAL INSTITUTION**

The article examines the documentation of issues related to the process of the admissions campaign of educational institutions providing training in secondary vocational education programs. The problem of lack of unification of admission rules is identified. A mathematical apparatus is given for calculating the possibility of winning a competitive situation based on data from rating lists.

Keywords: process automation; algorithm; intellectual support; rating of applicants; mathematical logic; admission procedure.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii: federal'nyj zakon ot 29.12.2012 № 273–FZ // Informacionno-pravovoe obespechenie «Garant» [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://base.garant.ru/70291362/> (data obrashhenija: 04.12.2024).
2. Ob utverzhdenii Porjadka priema na obuchenie po obrazovatel'nyh programmam nachal'nogo obshhego, osnovnogo obshhego i srednego obshhego obrazovanija: prikaz Minprosveshhenija RF ot 2.09.2020 № 458 // Minprosveshhenija Rossii [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/b85d4853c0d14befe926bad3a79a91d6/> (data obrashhenija: 04.12.2024).
3. Chernova S.V., Chernova E.V. Ispol'zovanie informacionnyh tehnologij v rabote priemnoj komissii vuza // Evrazijskij Sojuz Uchenyh, 2015. – № 7-3 (16) [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-informatsionnyh-tehnologiy-v-rabote-priemnoj-komissii-vuza> (data obrashhenija: 01.12.2024).
4. Shvecov V.I., Muhametzhyanov I.G. Organizacija raboty s dannymi v mnogourovnevoj informacionnoj sisteme upravlenija kontingentom abiturientov i studentov // Vestnik NNGU, 2012. – № 4-1 [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-raboty-s-dannymi-v-mnogourovnevoy-informatsionnoj-sisteme-upravleniya-kontingentom-abiturientov-i-studentov> (data obrashhenija: 01.12.2024).

УДК 658.5:004.9

А.В. БЫКОВА

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ЗАПРОСОВ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
ЧЕРЕЗ WEB-ПОРТАЛ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Рассматривая непрерывный процесс совершенствования всех элементов предприятия, перспективным направлением для повышения качества бизнес-процесса работы с клиентами является внедрение и организация эффективной работы службы поддержки и сервиса путем использования информационных систем. Современные системы управления взаимоотношениями с клиентами (CRM-системы) являются мощным инструментом для построения полного цикла взаимодействия с клиентом в единой информационной среде, но не учитывают особенности производственных предприятий. Отсутствуют формализованные методики и рекомендации по построению сервисного центра промышленного предприятия на базе современных цифровых технологий. Процесс внедрения информационных технологий в работу служб сопровождения и

сервиса направлен на максимальную автоматизацию рутинных действий сотрудников, этого можно достичь при внедрении в CRM-систему механизмов обработки запросов клиентов и выработке автоматизированной процедуры принятия решений.

В статье проводится сравнение основных характеристик трех вариантов организации процесса обслуживания клиентов сервисного центра с применением методов дискретной математики. Рассматривается работа сервисного центра через классический call-центр, электронную почту и предлагается универсальное решение для предприятия, с внедрением в классическую архитектуру CRM-системы автоматизированного клиентского web-портала сервисного центра. Для проведения расчетов процесс обслуживания клиентов сервисного центра рассматривается с позиции теории массового обслуживания.

В статье приведены количественные показатели времени обслуживания клиентов сервисного центра до и после автоматизации одного из этапов обслуживания. Построен целевой алгоритм обслуживания клиентов через портальное web-решение для дальнейшего внедрения в информационную инфраструктуру предприятия. Приводится аргументация конкурентных преимуществ использования построенных и формализованных механизмов автоматизированной обработки запросов, ранее не исследованных в научной литературе. Для проведения настоящего исследования были рассмотрены показатели загруженности сервисной службы одного из российских машиностроительных предприятий.

Полученные в настоящем исследовании автоматизированные механизмы являются неотъемлемой частью методологии построения универсального программного решения для организации эффективной работы сервисного центра и применимы для внедрения на любом промышленном предприятии.

Ключевые слова: CRM система; web-портал; сервис; сопровождение; система массового обслуживания.

©Быкова А.В., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быкова А.В., Бекмешов А.Ю. Формализация бизнес-процессов предприятия при моделировании автоматизированной системы управления взаимоотношениями с клиентами. – Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении, 2024. – № 1(23). – С. 33-41. – DOI: 10.30987/2658-6436-2024-1-33-41.
2. Цифровые платформы. Методологии. Применение в бизнесе: коллективная монография / Под общ. ред. Б.Б. Славина, Е.П. Зараменских, Н. Механджиева. – М.: Прометей, 2019. – 228 с. – ISBN 978-5-907166-10-3.
3. Сухов В.Д., Киселев А.А., Сазонов А.И. Разработка и внедрение алгоритма CRM системы на предприятии. – Журнал «Теоретическая экономика», 2019. – № 1. – С. 55-58.
4. Чурин А. Как внедрить CRM. Опыт проектов amoCRM и Битрикс24. – СПб.: Питер, 2024. – 336 с. – ISBN 3337992651321, 978-5-4461-2082-6.
5. Raiko D., Abdunurova A. Defining a selection procedure of CRM systems for the information-analytical support to the marketing activities at an enterprise. – Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2024. – Вып. 13(127). – С. 41-58. – DOI:10.15587/1729-4061.2024.298301.
6. Быкова А.В., Капитанов А.В. Анализ CRM-систем и формирование структуры архитектурного решения автоматизированной CRM-системы для машиностроительного производства. – Вестник МГТУ «СТАНКИН», 2024. – № 1(68). – С. 129-137.
7. Зиядинов Д.С. CRM-системы. – Финансовые рынки и Банки, 2022. – № 11. – С. 96-101.
8. Корочкина С.В., Долженкова А.В. Оптимизация бизнес-процесса «Управление рекламациями» с целью повышения удовлетворенности клиентов. – Вестник Алтайской Академии Экономики и Права, 2020. – № 6. – С. 247-252.
9. Быкова А.В., Карлова Т.В. Выявление оптимальных параметров для оценки эффективности внедрения на предприятии системы управления взаимоотношениями с клиентами. – Периодический научно-практический журнал «Качество. Инновации.

- Образование», 2023. – № 3(185). – С. 25-32.
10. Меньков А.В., Острейковский В.А. Теоретические основы автоматизированного управления: учебник для вузов. – М.: Издательство Оникс, 2005. – 640 с.
 11. Плескунов М.А. Теория массового обслуживания. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2022. – 64 с.
 12. Калинина М.И., Соловьев Ю.В., Водогреев Н.А. Подходы к моделированию обслуживания объектов в упорядоченных системах массового обслуживания. – Известия ТулГУ. Технические науки, 2022. – Вып. 12. – С. 333-338. – DOI: 10.24412/2071-6168-2022-12-333-338.
 13. Андреев В.Н. и др. Управление устойчивым развитием промышленности в условиях цифровизации: монография / В.Н. Андреев, В.В. Баранов, А.А. Бурдина, С.В. Лукина, Е.Д. Коршунова, А.А. Окоракова, Е.Б. Фролов. – Москва: Янус-К, 2022. – 119 с.
 14. Sheptunov S. and other. Information grounds for the technological support system for mechanical assembly in the context of digital transformation of the automotive cluster enterprises / S. Sheptunov, A. Averchenkov, E. Averchenkova, A. Shabanov // Automation and Modeling in Design and Management, 2024. – № 3. – С. 75-83. – DOI:10.30987/2658-6436-2024-3-75-83.
 15. Арлоу Д., Нейштадт А. UML 2 и унифицированный процесс. Практический объектно-ориентированный анализ и проектирование // Пер. Н. Шатохиной. – 2-е изд. – СПб: Символ-Плюс, 2020. – 624 с. – ISBN 978-5-93286-094-6.

Быкова Анна Владимировна

ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва

Аспирант кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления»

Тел.: 8 916 562 09 17

E-mail: balabolik@mail.ru

*A.V. BY'KOVA (Post-graduate Student of the Department
«Automated Information Processing and Management Systems»)
Moscow State University of Technology «STANKIN», Moscow*

THE EFFECTIVENESS OF THE IMPLEMENTATION OF AUTOMATED ALGORITHMS FOR PROCESSING SERVICE REQUESTS THROUGH THE WEB PORTAL AT A MANUFACTURING ENTERPRISE

Considering the continuous process of improving all elements of the enterprise, a promising direction for improving the quality of the business process of working with clients is the introduction and organization of effective support and service through the use of an information system. Modern customer relationship management systems (CRM systems) are a powerful tool for building a complete interaction cycle with a client in a single information environment, but they do not pay attention to the needs of modern manufacturing enterprises. There are no formalized methods and recommendations for building a service center for an enterprise based on modern digital technologies. The process of introducing information technology into the support and service centers is reduced to maximum automation of routine actions of employees, this can be achieved by introducing mechanisms for processing customer requests into the CRM system and developing an automated decision-making procedure.

The article compares main characteristics of three ways of organizing the customer service processes at service department using the methods of discrete mathematics. It reviews the work of service department using typical call-center, communicating via e-mail or a unified solution for the enterprise with the introduction of an automated customer service web-portal into the classical architecture of the CRM system is propose. To make calculations, the customer service process of the service center is considered from the perspective of the theory of queuing.

The article contains quantitative indicators of the customer service time of the service center before and after automation of one of the service stages. The special algorithm of customer service through a web-portal to implemented into the enterprise IT-architecture is build.

The argumentation of the competitive advantages of using developed and formalized customer request automated processing mechanisms previously unexplored in the scientific literature is described. To conduct this study, the workload factor of the service department of one of the Russian machine-building enterprises was considered. The automated mechanisms obtained in this study are an integral part of the methodology for building a unified digital solution for organization of effective support and service and can be used at any manufacturing enterprise.

Keywords: CRM system; web-portal; service; support; queuing system.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Bykova A.V., Bekmeshov A.Ju. Formalizacija biznes-processov predpriyatija pri modelirovanii avtomatizirovannoj sistemy upravlenija vzaimootnoshenijami s klientami. – Avtomatizacija i modelirovanie v proektirovaniii i upravlenii, 2024. – № 1(23). – S. 33-41. – DOI: 10.30987/2658-6436-2024-1-33-41.
2. Cifrovye platformy. Metodologii. Primenenie v biznese: kollektivnaja monografija / Pod obshh. red. B.B. Slavina, E.P. Zaramenskih, N. Mehandzhieva. – M.: Prometej, 2019. – 228 s. – ISBN 978-5-907166-10-3.
3. Suhov V.D., Kiselev A.A., Sazonov A.I. Razrabotka i vnedrenie algoritma CRM sistemy na predpriyatii. – Zhurnal «Teoreticheskaja jekonomika», 2019. – № 1. – S. 55-58.
4. Churin A. Kak vnedrit' CRM. Opyt proektov amoCRM i Bitriks24. – Spb.: Piter, 2024. – 336 s. – ISBN 3337992651321, 978-5-4461-2082-6.
5. Raiko D., Abdunurova A. Defining a selection procedure of CRM systems for the information-analytical support to the marketing activities at an enterprise. – Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2024. – Vyp. 13(127). – S. 41-58. – DOI:10.15587/1729-4061.2024.298301.
6. Bykova A.V., Kapitanov A.V. Analiz CRM-sistem i formirovanie struktury arhitekturnogo reshenija avtomatizirovannoj CRM-sistemy dlja mashinostroitel'nogo proizvodstva. – Vestnik MGTU «STANKIN», 2024. – № 1(68). – S. 129-137.
7. Zijadinov D.S. CRM-sistemy. – Finansovye rynki i Banki, 2022. – № 11. – S. 96-101.
8. Korochkina S.V., Dolzhenkova A.V. Optimizacija biznes-processa «Upravlenie reklamacijami» s cel'ju povyshenija udovletvorennosti klientov. – Vestnik Altajskoj Akademii Jekonomiki i Prava, 2020. – № 6. – S. 247-252.
9. Bykova A.V., Karlova T.V. Vyjavlenie optimal'nyh parametrov dlja ocenki jeffektivnosti vnedrenija na predpriyatii sistemy upravlenija vzaimootnoshenijami s klientami. – Periodicheskij nauchno-prakticheskij zhurnal «Kachestvo. Innovacii. Obrazovanie», 2023. – № 3(185). – S. 25-32.
10. Men'kov A.V., Ostrejkovskij V.A. Teoreticheskie osnovy avtomatizirovannogo upravlenija: uchebnik dlja vuzov. – M.: Izdatel'stvo Oniks, 2005. – 640 s.
11. Pleskunov M.A. Teorija massovogo obsluzhivaniya. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2022. – 64 s.
12. Kalinina M.I., Solov'ev Ju.V., Vodogreev N.A. Podhody k modelirovaniju obsluzhivaniya ob#ektov v uporjadochennyh sistemah massovogo obsluzhivaniya. – Izvestija TulGU. Tehnicheskie nauki, 2022. – Vyp. 12. – S. 333-338. – DOI: 10.24412/2071-6168-2022-12-333-338.
13. Andreev V.N. i dr. Upravlenie ustojchivym razvitiem promyshlennosti v uslovijah cifrovizacii: monografija / V.N. Andreev, V.V. Baranov, A.A. Burdina, S.V. Lukina, E.D. Korshunova, A.A. Okorakova, E.B. Frolov. – Moskva: Janus-K, 2022. – 119 s.
14. Sheptunov S. and other. Information grounds for the technological support system for mechanical assembly in the context of digital transformation of the automotive cluster enterprises / S. Sheptunov, A. Averchenkov, E. Averchenkova, A. Shabanov // Automation and Modeling in Design and Management, 2024. – № 3. – S. 75-83. – DOI:10.30987/2658-6436-2024-3-75-83.
15. Arlou D., Nejshtadt A. UML 2 i unificirovannyj process. Prakticheskij ob#ektno-orientirovannyj analiz i proektirovanie // Per. N. Shatohinoj. – 2-e izd. – Spb: Simvol-Pljus, 2020. – 624 c. – ISBN 978-5-93286-094-6.

УДК 004.93

И.Н. КРУГЛОВ, А.А. СТЫЧУК

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОДСИСТЕМЫ
ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ КОНФИГУРАЦИИ
«1С: УПРАВЛЕНИЕ НАШЕЙ ФИРМОЙ 3.0»**

Данная статья посвящена проектированию структуры разрабатываемой подсистемы планирования производства, которая поможет пользователю ускорить процесс планирования. В данной статье приводятся диаграммы и описание структуры подсистемы.

Ключевые слова: планирование производства; 1С; 1С: УНФ; продукция; номенклатура; разузловка; спецификации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 1С: Управление нашей фирмой: обзор и описание возможностей [Электронный ресурс]. – URL: <https://orel.1cbit.ru/blog/1s-upravlenie-nashey-firmoy-8-obzor-i-opisanie-programmy/> (дата обращения: 10.12.2024).
2. 1С: Управление нашей фирмой 8 [Электронный ресурс]. – URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/small-firm/features> (дата обращения: 10.12.2024).
3. Круглов И.Н. и др. Подсистема планирования производства для конфигурации «1С: Управление нашей фирмой 3.0» / И.Н. Круглов, С.А. Булгакова, А.А. Стычук, А.Ю. Ужаринский // Наука. Образование. Технологии: тенденция современного развития: сборник статей IV Международной научно-практической конференции (8 января 2025 г., г. Петрозаводск). – Петрозаводск: МЦНП «НОВАЯ НАУКА», 2025. – С. 404-410.
4. Воронина О.А., Лобанова В.А. К вопросу формирования базы знаний при моделировании сложных систем управления. – Информационные системы и технологии, 2024. – № 4(144). – С. 31-34.

Круглов Иван Николаевич

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

Студент

Тел.: 8 953 473 18 03

E-mail: hirisfun@gmail.com

Стычук Алексей Александрович

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

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий

Тел.: 8 (4862) 43-49-56

E-mail: stichuck@yandex.ru

I.N. KRUGLOV (*Student*)

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

DESIGNING THE STRUCTURE OF THE PRODUCTION PLANNING SUBSYSTEM FOR THE CONFIGURATION «1С: MANAGEMENT OF OUR FIRM 3.0»

This article is devoted to the design of the structure of the production planning subsystem being developed, which will help the user speed up the planning process. This article provides diagrams and a description of the subsystem structure.

Keywords: *production planning; 1C; 1C: UNF; products; nomenclature; assembly; specifications.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. 1S: Upravlenie nashej firmoj: obzor i opisanie vozmozhnostej [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://orel.1cbit.ru/blog/1s-upravlenie-nashey-firmoy-8-obzor-i-opisanie-programmy/> (data obrashhenija: 10.12.2024).
2. 1S: Upravlenie nashej firmoj 8 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/small-firm/features> (data obrashhenija: 10.12.2024).
3. Kruglov I.N. i dr. Podсистема planirovanija proizvodstva dlja konfiguracii «1S: Upravlenie nashej firmoj 3.0» / I.N. Kruglov, S.A. Bulgakova, A.A. Stychuk, A.Ju. Uzharinskij // Nauka. Obrazovanie. Tehnologii: tendencija sovremennogo razvitija: sbornik statej IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (8 janvarja 2025 g., g. Petrozavodsk). – Petrozavodsk: MCNP «NOVAJa NAUKA», 2025. – S. 404-410.
4. Voronina O.A., Lobanova V.A. K voprosu formirovanija bazy znanij pri modelirovanii slozhnyh sistem upravlenija. – Informacionnye sistemy i tehnologii, 2024. – № 4(144). – S. 31-34.

УДК 303.732

О.Р. КУЗИЧКИН, Е.В. РУСАНОВ, Е.В. РУСАНОВА

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ ОСНОВА ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЦИФРОВОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО И БЕЗОПАСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ

В статье представлена концептуальная основа децентрализованной системы цифрового земледелия, которая направлена на обеспечение устойчивости и безопасности в управлении данными. В процессе исследования были выявлены проблемы, связанные с отсутствием совместимости и зависимостью от подключения к Интернету, что может стать уязвимым местом в цифровизации сельского хозяйства. Для решения этих проблем были предложены требования к будущим системам информационных технологий, которые обеспечат уровень устойчивости, адаптированный к потребностям каждой отдельной фермы.

Концептуальная основа предусматривает использование децентрализованных хранилищ данных и вычислительных мощностей, а также независимых от Интернета коммуникационных сетей. Таким образом, в этом исследовании представлено современное состояние цифровизации в сельском хозяйстве и указаны уязвимые места в процессах оцифровки сельского хозяйства.

Ключевые слова: точное земледелие; цифровые двойники; ИТ-системы управления фермой; требования к ИТ-инфраструктуре в АПК; Индустрия 4.0; сельское хозяйство; АПК; устойчивое управление данными; безопасное управление данными.

© Кузичкин О.Р., Русанов Е.В., Русанова Е.В., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саис-Рубио В., Ровира-Мас Ф. От «умного» земледелия к сельскому хозяйству 5.0: обзор управления данными об урожае. – Агрономия, 2020. – Т. 10. – № 2. – С. 207.
2. Meola A. Smart Farming in 2020: How IoT sensors are creating a more efficient precision agriculture industry. – Business insider, 2020.
3. Кастриньяно А. Сельскохозяйственный интернет вещей и поддержка принятия решений для точного интеллектуального земледелия. – Академическая пресса, 2020.
4. Moshou D. Sensors in Agriculture. – Volume 2. – MDPI, 2019.
5. Паустиан М., Теувсен Л. Внедрение технологий точного земледелия немецкими земледельцами. – Точное земледелие, 2017. – Т. 18. – С. 701-716.
6. Веккио Ю. Внедрение инструментов точного земледелия: пример итальянских фермеров. – Международный журнал экологических исследований и общественного здравоохранения, 2020. – Т. 17. – № 3. – С. 869.
7. Haas H. Maschinenring-Kosten senken, Schlagkraft erhöhen. – Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 2014.
8. Wagner P. Critical infrastructure security // Available at SSRN 3762693, 2021.
9. Reuter C. Resiliente digitalisierung der kritischen infrastruktur landwirtschaft-mobil, dezentral, ausfallsicher (resilient digitization of critical infrastructure agriculture-mobile, decentralized, fail-safe) // Workshopband, Gesellschaft für Informatik eV (GI). – Bonn, 2018.
10. Парафорос Д.С., Грипентрог Х.В. Цифровая сельскохозяйственная и полевая робототехника: Интернет вещей, облачные вычисления и большие данные. – Основы сельскохозяйственной и полевой робототехники, 2021. – С. 365-385.

Кузичкин Олег Рудольфович

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

Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Информационных и робототехнических систем» Института инженерных и цифровых технологий НИУ «БелГУ»
Тел.: 8 910 171 39 45
E-mail: kuzichkin@bsuedu.ru

Русанов Евгений Владимирович

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
г. Белгород
Аспирант
Тел.: 8 950 717 71 04
E-mail: 1589443@bsuedu.ru

Русанова Екатерина Владимировна

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
г. Белгород
Аспирант
Тел.: 8 (4722) 30-11-93
E-mail: 1409680@bsuedu.ru

O.R. KUZICHKIN (*Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Professor of the Department of Information and Robotic Systems, Institute of Engineering and Digital Technologies*)

E.V. RUSANOV (*Post-graduate Student*)

E.V. RUSANOVA (*Post-graduate Student*)
Belgorod State National Research University, Belgorod

**A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR A DECENTRALIZED DIGITAL FARMING SYSTEM
FOR SUSTAINABLE AND SECURE DATA MANAGEMENT**

The article presents the conceptual framework of a decentralized digital farming system, which aims to ensure sustainability and security in data management. In the course of the research, problems related to the lack of compatibility and dependence on an Internet connection were identified, which can become a vulnerable point in the digitalization of agriculture. To address these challenges, requirements have been proposed for future information technology systems that will provide a level of sustainability tailored to the needs of each individual farm.

The conceptual framework provides for the use of decentralized data warehouses and computing power, as well as Internet-independent communication networks. Thus, this study presents the current state of digitalization in agriculture and identifies vulnerabilities in agricultural digitization processes.

Keywords: *precision farming; digital twins; IT farm management systems; IT infrastructure requirements in agriculture; Industry 4.0; agriculture; agriculture; sustainable data management; secure data management.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Sais-Rubio V., Rovira-Mas F. Ot «umnogo» zemledelija k sel'skomu hozjajstvu 5.0: obzor upravlenija dannymi ob urozhae. – Agronomija, 2020. – T. 10. – № 2. – S. 207.
2. Meola A. Smart Farming in 2020: How IoT sensors are creating a more efficient precision agriculture industry. – Business insider, 2020.
3. Kastrin'jano A. Sel'skohozjajstvennyj internet veshhej i podderzhka prinjatija reshenij dlja tochnogo intellektual'nogo zemledelija. – Akademicheskaja pressa, 2020.
4. Moshou D. Sensors in Agriculture. – Volume 2. – MDPI, 2019.
5. Paustian M., Teuvsen L. Vnedrenie tehnologij tochnogo zemledelija nemeckimi zemledel'cami. – Tochnoe zemledelie, 2017. – T. 18. – S. 701-716.
6. Vekkio Ju. Vnedrenie instrumentov tochnogo zemledelija: primer ital'janskih fermerov. – Mezhdunarodnyj zhurnal jekologicheskikh issledovanij i obshhestvennogo zdravooohranenija, 2020. – T. 17. – № 3. – S. 869.
7. Haas H. Maschinenring-Kosten senken, Schlagkraft erhöhen. – Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 2014.
8. Wagner P. Critical infrastructure security // Available at SSRN 3762693, 2021.

9. Reuter C. Resiliente digitalisierung der kritischen infrastruktur landwirtschaft-mobil, dezentral, ausfallsicher (resilient digitization of critical infrastructure agriculture-mobile, decentralized, fail-safe) // Workshopband, Gesellschaft für Informatik eV (GI). – Bonn, 2018.
10. Paraforos D.S., Gripenrog H.V. Cifrovaja sel'skohozjajstvennaja i polevaja robototekhnika: Internet veshhej, oblachnye vychislenija i bol'shie dannye. – Osnovy sel'skohozjajstvennoj i polevoj robototekhniki, 2021. – S. 365-385.

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

УДК 65.011.56

Ю.А. ГАЛКИНА, А.В. КОРМАЧЕВА, Н.С. КОРМАЧЕВ

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ AGILE-МЕТОДОЛОГИИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ
СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

В статье рассматривается применение Agile-методологии в проектах автоматизации производственных предприятий. Анализируются преимущества и недостатки традиционных подходов к управлению проектами автоматизации, а также возможности адаптации Agile-принципов и практик к специфике производственных процессов. Результаты проведенного исследования демонстрируют эффективность применения Agile, включая сокращение сроков реализации проектов, повышение качества разрабатываемого программного обеспечения и улучшение коммуникации между командой разработчиков и заказчиком. Статья также описывает ключевые факторы успеха при внедрении Agile-методологии в проекты автоматизации производства.

Ключевые слова: Agile; автоматизация производства; управление проектами; методологии разработки; Scrum; Kanban; гибкие методологии.

©Галкина Ю.А., Кормачева А.В., Кормачев Н.С., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lee J., Bagheri B., Kao H.A. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. – Manufacturing letters, 2015. – 3. – 15-18 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2015.01.015>.
2. Shrouf F., Ordieres J., Miragliotta G. Smart factories in industry 4.0: A review of early adoption stages and future trends // Proceedings of the IEEE international conference on industrial engineering and engineering management, 2014. – 697-701 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1109/IEEM.2014.7058815>.
3. Bongomin O.B., Tumwebaze A., Katunze P.R. Factors affecting the successful adoption of enterprise resource planning systems in developing countries: a review. – Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries, 2017. – 80(1). – 1-26.
4. Sommer L., Haug, M. Industry 4.0 challenges for SMEs. – Business and Management Research, 2016. – 5(1). – 39-45.
5. Waterman R.H., Peters T.J., Phillips J.R. Structure is not organization. – Business horizons, 1980. – 23(3). – 14-26.
6. Royce W.W. Managing the development of large software systems // Proceedings of IEEE WESCON, 1970. – 1-9.
7. Beck K. and other. Manifesto for agile software development / K. Beck, M. Beedle, A. van Bennekum, A. Cockburn, W. Cunningham, M. Fowler, D. Thomas [Электронный ресурс]. – URL: <https://agilemanifesto.org/>.
8. Schwaber K., Sutherland J. The scrum guide [Электронный ресурс]. – URL: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2017/2017-Scrum-Guide-US.pdf>.

9. Kniberg H., Skarin M. Kanban and scrum: Making the most of both. – InfoQ, 2009. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.infoq.com/minibooks/kanban-scrum/>.
10. Nerur S., Mahapatra R., Mangalaraj G. Challenges of migrating to agile methodologies. – Communications of the ACM, 2005. – 48(5). – 103-108.
11. Dybå T., Dingsøyr T. Empirical studies of agile software development: A systematic review. – Information and Software Technology, 2008. – 50(9-10). – 833-859.
12. Rigby D.K., Sutherland J., Takeuchi H. Embracing agile. – Harvard Business Review, 2016. – 94(5). – 40-50.
13. Boehm B., Turner R. Balancing agility and discipline: A guide for the perplexed. – Addison-Wesley Professional, 2003.
14. Vijayarathy L.R., Turk D. Agile implementation challenges and guidelines // Proceedings of the ACM SIGMIS CPR Conference, 2008. – 177-180.
15. Рыбалко В.В. HELLO-1С. Пример быстрой разработки приложений на платформе 1С: Предприятие 8.2. – М.: ООО «1С-Публишинг», 2009.

Галкина Юлия Алексеевна

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Новосибирск
Старший преподаватель
Тел.: 8 913 943 72 28

Кормачева Ангелина Владимировна

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Новосибирск
Ассистент кафедры экономики, управления, социологии и педагогики

Кормачев Никита Сергеевич

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Новосибирск
Магистрант кафедры информационных систем и технологий
Тел.: 8 963 575 70 55
E-mail: nikita.nexuzs@gmail.com

Yu.A. GALKINA (*Senior Lecturer*)

A.V. KORMACHOVA (*Assistant Lecturer,*
Department of Economics, Management, Sociology, and Pedagogy)

N.S. KORMACHEV (*Master's Student*)
Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, Novosibirsk

**EFFICIENCY OF AGILE METHODOLOGY IN THE IMPLEMENTATION
OF AUTOMATION SYSTEMS AT MANUFACTURING ENTERPRISES**

This article discusses the application of the Agile methodology in automation projects of manufacturing enterprises. The advantages and disadvantages of traditional approaches to managing automation projects are analyzed, as well as the possibilities of adapting Agile principles and practices to the specifics of production processes. The results of the study demonstrate the effectiveness of using Agile, including reducing project implementation time, improving the quality of developed software, and enhancing communication between the development team and the customer. The article also describes the key success factors for implementing the Agile methodology in production automation projects.

Keywords: Agile; production automation; project management; development methodologies; Scrum; Kanban; flexible methodologies.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Lee J., Bagheri B., Kao H.A. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. – Manufacturing letters, 2015. – 3. – 15-18 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2015.01.015>.
2. Shrouf F., Ordieres J., Miragliotta G. Smart factories in industry 4.0: A review of early adoption stages and future trends // Proceedings of the IEEE international conference on industrial engineering and engineering management, 2014. – 697-701 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.1109/IEEM.2014.7058815>.
3. Bongomin O.B., Tumwebaze A., Katunze P.R. Factors affecting the successful adoption of enterprise resource planning systems in developing countries: a review. – Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries, 2017. – 80(1). – 1-26.
4. Sommer L., Haug, M. Industry 4.0 challenges for SMEs. – Business and Management Research, 2016. – 5(1). – 39-45.
5. Waterman R.H., Peters T.J., Phillips J.R. Structure is not organization. – Business horizons, 1980. – 23(3). – 14-26.
6. Royce W.W. Managing the development of large software systems // Proceedings of IEEE WESCON, 1970. – 1-9.
7. Beck K. and other. Manifesto for agile software development / K. Beck, M. Beedle, A. van Bennekum, A. Cockburn, W. Cunningham, M. Fowler, D. Thomas [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://agilemanifesto.org/>.
8. Schwaber K., Sutherland J. The scrum guide [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2017/2017-Scrum-Guide-US.pdf>.
9. Kniberg H., Skarin M. Kanban and scrum: Making the most of both. – InfoQ, 2009. [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.infoq.com/minibooks/kanban-scrum/>.
10. Nerur S., Mahapatra R., Mangalaraj G. Challenges of migrating to agile methodologies. – Communications of the ACM, 2005. – 48(5). – 103-108.
11. Dybå T., Dingsøyr T. Empirical studies of agile software development: A systematic review. – Information and Software Technology, 2008. – 50(9-10). – 833-859.
12. Rigby D.K., Sutherland J., Takeuchi H. Embracing agile. – Harvard Business Review, 2016. – 94(5). – 40-50.
13. Boehm B., Turner R. Balancing agility and discipline: A guide for the perplexed. – Addison-Wesley Professional, 2003.
14. Vijayasarathy L.R., Turk D. Agile implementation challenges and guidelines // Proceedings of the ACM SIGMIS CPR Conference, 2008. – 177-180.
15. Rybalko V.V. HELLO-1C. Primer bystroj razrabotki prilozhenij na platforme 1S: Predprijatje 8.2. – M.: ООО «1S-Pablibshing», 2009.

УДК 004.94

А.С. ГОРЛОВ, С.А. ПОПОВ, Г.А. ФАЛЬКОВ

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ АКТИВНЫМ ФИЛЬТРОМ ГАРМОНИК ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Статья посвящена созданию системы управления активным фильтром гармоник, который используется в рудничной горнодобывающей промышленности. Для разработки этой системы была построена имитационная модель в среде MatLab Simulink. Также разработана программа для расчета активного фильтра гармоник. Результаты моделирования подтвердили правильность математических расчетов.

Ключевые слова: *качество электроэнергии; высшие гармонические составляющие; MatLab Simulink; активный фильтр гармоник; имитационное моделирование; C#.*

© Горлов А.С., Попов С.А., Фальков Г.А., 2025

Исследования проводились в рамках научной темы FZWN-2025-0002.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Averbukh M.A., Prasol D.A. Influence of high-power nonlinear consumers on electric energy losses in mining high-voltage power line // IOP Conference Series: materials Science and Engineering, 2018. – Volume 327. – Issue 5. – P. 052028.
2. Авербух М.А., Прасол Д.А. Анализ электромагнитной совместимости сети высокого напряжения горнорудного предприятия. – Энергетик, 2018. – № 2. – С. 36-41.
3. Авербух М.А., Фальков Г.А. Особенности имитационного моделирования электропривода по системе тиристорный преобразователь-двигатель // Научные технологии и инновации: междунар. науч.-практ. конф., Белгород, 2019. – Ч. 10. – С. 12-17.
4. ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» // Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – М.: Стандартинформ, 2013. – 16 с.
5. Капошко И.С., Авдютов П.С. Активные фильтры гармоник. – Молодежная наука, 2023. – С. 64-67.
6. Беляев А.М. и др. Моделирование привода постоянного тока рудничного подъемно-транспортного оборудования / А.М. Беляев, Т.С. Беляева, А.А. Пецык, А.Ю. Фролова // Уголь, 2024. – Т. 1177. – № 2. – С. 52-57.
7. Нгуен Т.З. Моделирование системы управления электроприводом с двигателем постоянного тока // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению: материалы V Междунар. науч. практ. конф. Комсомольский-на-Амуре, 2022. – С. 60-63.
8. Кулимов Н.П., Марголин Ю.Я., Найдено В.Н. Пат. 2743485 С1 РФ, МПК H02P 7/18, H02P 3/14, H02P 1/18. Система управления двигателем постоянного тока; заявитель Конструкторское бюро приборостроения им. академика А.Г. Шипунова; № 2020116336; заявл. 21.04.2020; опубл. 19.02.2021.
9. Кубрин С.С. и др. Пути повышения энергетической эффективности подземных электрических сетей высокопроизводительных угольных шахт / С.С. Кубрин, А.А. Моисеевский, И. М. Загоршменный, С.Н. Решетняк, Ю.М. Максименко // Уголь, 2022. – № 2(1151). – С. 4-9.
10. Пыхтеев Н.А. Моделирование автоматизированного электрического привода постоянного тока в программном комплексе MATLAB // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых – 2022: сб. науч. ст. 11-й Междунар. молодежной науч. конф. Курск, 2022. – Т. 5. – С. 126-128.

Горлов Александр Семенович

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова»,
г. Белгород
Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой высшей математики
Тел.: 8 (4722) 30-99-06
E-mail: belgoras@mail.ru

Попов Сергей Александрович

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова»,
г. Белгород
Аспирант кафедры высшей математики
Тел.: 8 (4722) 30-99-33
E-mail: popov_seal@edu.bstu.ru

Фальков Георгий Александрович

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова»,
г. Белгород
Аспирант кафедры высшей математики
Тел.: 8 (4722) 30-99-33
E-mail: falkov.ga@bstu.ru

A.S. GORLOV (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Higher Mathematics*)

S.A. POPOV (*Post-graduate Student of the Department of Higher Mathematics*)

G.A. FAL'KOV (*Post-graduate Student of the Department of Higher Mathematics*)
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF ACTIVE HARMONIC FILTER CONTROL SYSTEMS TO IMPROVE THE QUALITY OF ELECTRICITY

The article is devoted to the creation of an active harmonic filter control system, which is used in the mining industry. To develop this system, a simulation model was built in the MatLab Simulink environment. A program has also been developed to calculate the active harmonic filter. The simulation results confirmed the correctness of the mathematical calculations.

Keywords: *electric power quality; higher harmonic components; MatLab Simulink; active harmonic filter; simulation modeling; C#.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Averbukh M.A., Prasol D.A. Influence of high-power nonlinear consumers on electric energy losses in mining high-voltage power line // IOP Conference Series: materials Science and Engineering, 2018. – Volume 327. – Issue 5. – P. 052028.
2. Averbukh M.A., Prasol D.A. Analiz jelemektricheskoy sovmestimosti seti vysokogo naprjazhenija gornorudnogo predpriyatija. – Jenergetik, 2018. – № 2. – S. 36-41.
3. Averbukh M.A., Fal'kov G.A. Osobennosti imitacionnogo modelirovanija jelektricheskogo privoda po sisteme tiristornoj preobrazovatel'-dvigatel' // Naukoemkie tehnologii i innovacii: mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Belgorod, 2019. – Ch. 10. – S. 12-17.
4. GOST 32144-2013 «Jelektricheskaja jenergija. Sovmestimost' tehniceskix sredstv jelemektricheskogo napitija. Normy kachestva jelektricheskogo napitija v sistemah jelemektricheskogo napitija obshhego naznachenija» // Federal'noe agentstvo po tehniceskomu regulirovaniju i metrologii. – M.: Standartinform, 2013. – 16 s.
5. Kaposzko I.S., Avdjutov P.S. Aktivnye fil'try garmonik. – Molodezhnaja nauka, 2023. – S. 64-67.
6. Beljaev A.M. i dr. Modelirovanie privoda postojannogo toka rudnichnogo podzemno-transportnogo oborudovanija / A.M. Beljaev, T.S. Beljaeva, A.A. Pecyk, A.Ju. Frolova // Ugol', 2024. – T. 1177. – № 2. – S. 52-57.
7. Nguen T.Z. Modelirovanie sistemy upravlenija jelektricheskimi napravlenijami s dvigatelem postojannogo toka // Proizvodstvennye tehnologii budushhego: ot sozdaniya k vnedreniju: materialy V Mezhdunar. nauch. prakt. konf. Komsomol'skij-na-Amure, 2022. – S. 60-63.
8. Kulimov N.P., Margolin Ju.Ja., Najdenko V.N. Pat. 2743485 C1 RF, MPK H02P 7/18, H02P 3/14, H02P 1/18. Sistema upravlenija dvigatelem postojannogo toka; zjavitel' Konstruktorskoje bjuro priborostroenija im. akademika A.G. Shipunova; № 2020116336; zjavl. 21.04.2020; opubl. 19.02.2021.
9. Kubrin S.S. i dr. Puti povyshenija jenergeticheskogo jeffektivnosti podzemnyh jelektricheskix setej vysokoproizvoditel'nyh ugol'nyh shaft / S.S. Kubrin, A.A. Moiseevskij, I. M. Zakorshmennij, S.N. Reshetnjak, Ju.M. Maksimenko // Ugol', 2022. – № 2(1151). – S. 4-9.
10. Pyhteev N.A. Modelirovanie avtomatizirovannogo jelektricheskogo privoda postojannogo toka v programmnom komplekse MATLAB // Pokolenie budushhego: Vzglyad molodyh uchenykh – 2022: sb. nauch. st. 11-j Mezhdunar. molodezhnoj nauch. konf. Kursk, 2022. – T. 5. – S. 126-128.

УДК 681.3

А.А. КОЛОМЫЧЕНКО, А.В. КОСЬКИН

**АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТАНОВОК**

В статье анализируются различные подходы к автоматизации проектирования теплогенерирующих установок, включая использование современных программных средств и алгоритмов оптимизации. Рассматриваются преимущества, которые предоставляют автоматизированные системы в процессе проектирования, такие как повышение точности расчетов, упрощение обработки данных и сокращение времени разработки.

Ключевые слова: автоматизация; проектирование; теплогенерация; теплогенерирующая установка.

© Коломыченко А.А., Коськин А.В., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Maasoumy M., Sangiovanni-Vincentelli A. Smart Connected Building Design Automation: Foundations and Trends // Foundations and Trends® in Electronic Design Automation, 2016. – Vol.10. – № 1-2. – P 1-143.
2. Khojat A., Hye Son P. A neurocomputer for design automation // CRC Press, 1998. – 217 p.
3. Sifakis J. System Design Automation: Challenges and Limitations // IEEE, 2015. – Vol.103. – № 11. – P. 2093-2103.
4. Nielsen A.A. and other. Genetic circuit design automation / A.A. Nielsen, B.S. Der, J. Shin, P. Vaidyanathan, V. Paralanov, E.A. Strychalski, D. Ross, D. Densmore, C.A. Voigt // Science, 2016. – Vol. 352. – P. 53-65.
5. Dworschak F. and other. Reinforcement Learning for Engineering Design Automation / F. Dworschak, S. Dietze, M. Wittmann, B. Schleich, S. Wartzack // Advanced Engineering Informatics, 2022. – Vol. 52. – P.101-112.
6. Tian F., Cobaleda D.B., Martinez W. Automatic data extraction based on semiconductor datasheet for design automation of power converters // International Power Electronics Conference, 2022. – Vol.1. – P. 922-927.
7. Ma H., Zhang C., Shi Z. A Simulation Optimization-Aided Learning Method for Design Automation of Scheduling Rules // International Conference on Automation Science and Engineering, 2022. – Vol.18. – P. 1992-1997.
8. Abu-El-Ela O.A. and other. Design automation of a fully differential switched capacitor amplifier using a telescopic cascade OTA. / O.A. Abu-El-Ela, A.A. Allday, Y. Abd-El-azim, H.A. Omran // National Radio Science Conference, 2018. – Vol. 35. – P. 385-392.
9. Wille R., Drechsler R. Introduction to the Special Issue on Design Automation for Quantum Computing // ACM Journal on Emerging Technologies in Computing Systems, 2021. – Vol.18. – P. 1-2.
10. AwadAllah Y.R., Yasseen K.Y., Omran H. Design automation of cmos amplifiers using precomputed lookup tables: A comparative study of optimization algorithms // International Telecommunications Conference, 2022. – Vol.1. – P. 1-6.
11. Martins R. and other. Embedding Fault List Compression techniques in a design automation framework for analog and Mixed-Signal structural testing / R. Martins, N. Lourenço, N. Horta, N. Guerreiro, M. Santos // Conference on Design of Circuits and Integrated Systems, 2015. – Vol.1. – P. 1-6.
12. Zhou T. Feature-based parametric design automation for complex geometry objects in CAD systems, 2023.
13. Pietrenko-Dąbrowska A., Kozieł S. Response Feature Technology for High-Frequency Electronics. Optimization, Modeling, and Design Automation, 2024.

14. Fan S. and other. Power converter circuit design automation using parallel Monte Carlo tree search / S. Fan, S. Zhang, J. Liu, N. Cao, X. Guo, J. Li, X. Zhang // ACM Transactions on Design Automation of Electronic Systems, 2022. – Vol. 28. – P.1-33.
15. Cantürk I., Kahraman N. Comparative analog circuit design automation based on multi-objective evolutionary algorithms: An application on CMOS opamp // International Conference on Telecommunications and Signal Processing, 2015. – Vol. 38. – P. 1-4.
16. Das P., Jajodia B. Design automation of two-stage operational amplifier using multi-objective genetic algorithm and SPICE framework // International Conference on Inventive Computation Technologies, 2022. – Vol.1. – P. 166-170.
17. Vijaya Babu E., Syamala Y. Machine learning-based design automation of CMOS analog circuits using SCA-mGWO algorithm // ETRI Journal, 2022. – Vol.1225. – P. 6463.
18. Velayati M. Design Automation for 3D Circuits, 2017.

Коломыченко Антон Александрович

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

Аспирант кафедры информационных и робототехнических систем

Тел.: 8 (4722) 30-13-76

E-mail: job250673@yandex.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

A.A. KOLOMY'ChENKO (*Post-graduate Student of the Department of Information and Robotic Systems*)
Belgorod National Research University, Belgorod

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

ANALYSIS OF APPROACHES TO AUTOMATION OF DESIGN OF HEAT GENERATING PLANTS

The article analyzes various approaches to automating the design of heat generating plants, including the use of modern software and optimization algorithms. The advantages that automated systems provide in the design process are considered, such as improving the accuracy of calculations, simplifying data processing and reducing development time.

Keywords: automation; design; heat generation; heat generating plant.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Maasoumy M., Sangiovanni-Vincentelli A. Smart Connected Building Design Automation: Foundations and Trends // Foundations and Trends® in Electronic Design Automation, 2016. – Vol.10. – № 1-2. – P 1-143.
2. Khojat A., Hye Son P. A neurocomputer for design automation // CRC Press, 1998. – 217 p.
3. Sifakis J. System Design Automation: Challenges and Limitations // IEEE, 2015. – Vol.103. – № 11. – P. 2093-2103.
4. Nielsen A.A. and other. Genetic circuit design automation / A.A. Nielsen, B.S. Der, J. Shin, P. Vaidyanathan, V. Paralanov, E.A. Strychalski, D. Ross, D. Densmore, C.A. Voigt // Science, 2016. – Vol. 352. – P. 53-65.
5. Dworschak F. and other. Reinforcement Learning for Engineering Design Automation / F. Dworschak, S. Dietze, M. Wittmann, B. Schleich, S. Wartzack // Advanced Engineering Informatics, 2022. – Vol. 52. – P.101-112.
6. Tian F., Cobaleda D.B., Martinez W. Automatic data extraction based on semiconductor datasheet for design automation of power converters // International Power Electronics Conference, 2022. – Vol.1. – P. 922-927.

7. Ma H., Zhang C., Shi Z. A Simulation Optimization-Aided Learning Method for Design Automation of Scheduling Rules // International Conference on Automation Science and Engineering, 2022. – Vol.18. – P. 1992-1997.
8. Abu-El-Ela O.A. and other. Design automation of a fully differential switched capacitor amplifier using a telescopic cascade OTA. / O.A. Abu-El-Ela, A.A. Allday, Y. Abd-El-azim, H.A. Omran // National Radio Science Conference, 2018. – Vol. 35. – P. 385-392.
9. Wille R., Drechsler R. Introduction to the Special Issue on Design Automation for Quantum Computing // ACM Journal on Emerging Technologies in Computing Systems, 2021. – Vol.18. – P. 1-2.
10. AwadAllah Y.R., Yasseen K.Y., Omran H. Design automation of cmos amplifiers using precomputed lookup tables: A comparative study of optimization algorithms // International Telecommunications Conference, 2022. – Vol.1. – P. 1-6.
11. Martins R. and other. Embedding Fault List Compression techniques in a design automation framework for analog and Mixed-Signal structural testing / R. Martins, N. Lourenço, N. Horta, N. Guerreiro, M. Santos // Conference on Design of Circuits and Integrated Systems, 2015. – Vol.1. – P. 1-6.
12. Zhou T. Feature-based parametric design automation for complex geometry objects in CAD systems, 2023.
13. Pietrenko-Dąbrowska A., Koziel S. Response Feature Technology for High-Frequency Electronics. Optimization, Modeling, and Design Automation, 2024.
14. Fan S. and other. Power converter circuit design automation using parallel Monte Carlo tree search / S. Fan, S. Zhang, J. Liu, N. Cao, X. Guo, J. Li, X. Zhang // ACM Transactions on Design Automation of Electronic Systems, 2022. – Vol. 28. – P.1-33.
15. Cantürk I., Kahraman N. Comparative analog circuit design automation based on multi-objective evolutionary algorithms: An application on CMOS opamp // International Conference on Telecommunications and Signal Processing, 2015. – Vol. 38. – P. 1-4.
16. Das P., Jajodia B. Design automation of two-stage operational amplifier using multi-objective genetic algorithm and SPICE framework // International Conference on Inventive Computation Technologies, 2022. – Vol.1. – P. 166-170.
17. Vijaya Babu E., Syamala Y. Machine learning-based design automation of CMOS analog circuits using SCA-mGWO algorithm // ETRI Journal, 2022. –Vol.1225. – P. 6463.
18. Velayati M. Design Automation for 3D Circuits, 2017.

*МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ*

УДК 004.2

А.А. АРХАНГЕЛЬСКИЙ, В.Н. ШЕМЯКИН

**ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ВЫПОЛНЯЕМОЙ ПРОГРАММЫ
НА СТРУКТУРУ МНОГОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ
ДЛЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

В статье описано определение структуры многопроцессорной системы при параллельной обработке результатов дистанционного зондирования земли. При этом предлагается учитывать свойства специализированных программ автоматизированной обработки цифровых изображений. Приведено краткое описание свойств аппаратно-программного комплекса для параллельной обработки данных.

Ключевые слова: цифровые изображения; параллельная обработка данных; структура многопроцессорной системы.

© Архангельский А.А., Шемякин В.Н., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. – Цифровая обработка изображений: учебное пособие. – М.: Логос, 2001. – 264 с.

2. Сутырина Е.Н. Дистанционное зондирование земли: учебное пособие. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. – 165 с.
3. Малышева Н.В. Автоматизированное дешифрирование аэрокосмических изображений лесных насаждений. – М.: МГУЛ, 2012. – 154 с.
4. Сизиков В.С., Лавров А.В. Устойчивые методы математико-компьютерной обработки изображений и спектров: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018. – 70 с.
5. Фисенко В.Т., Фисенко Т.Ю. Компьютерная обработка и распознавание изображений. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 192 с.
6. Михайлов Б.М., Халабия Р.Ф. Классификация и организация вычислительных систем: учебное пособие. – М.: МГУПИ, 2010. – 144 с.
7. Шпаковский Г.И. Организация параллельных ЭВМ и суперскалярных процессоров: учеб. пособие. – Минск.: Белгосуниверситет, 1996. – 296 с.
8. Архангельский А.А., Шемякин В.Н. Сравнение свойств многопроцессорных систем с различными топологическими структурами. – Информация и космос, 2022. – № 4. – С. 101-105.

Архангельский Алексей Алексеевич

Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург

Кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник

Тел.: 8 921792 92 55

E-mail: arhangelssky@yandex.ru

Шемякин Виктор Николаевич

Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург

Кандидат военных наук, старший научный сотрудник

Тел.: 8 921 400 01 33

E-mail: victorsh1958@gmail.com

A.A. ARXANGEL'SKIJ (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Senior Researcher*)

V.N. ShEMYaKIN (*Candidate of Military Sciences, Senior Researcher*)

Military Aerospace Academy named after A.F. Mozhaisky, St. Petersburg

**THE INFLUENCE OF PROGRAM PROPERTIES ON THE STRUCTURE
OF A MULTIPROCESSOR SYSTEM FOR PARALLEL PROCESSING OF DIGITAL IMAGES**

The article describes the definition of the structure of a multiprocessor system in parallel processing of the results of remote sensing of the earth. At the same time, it is proposed to take into account the properties of specialized programs for automated digital image processing. A brief description of the properties of the hardware and software complex for parallel data processing is given.

Keywords: digital images; parallel data processing; multiprocessor system structure.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Kashkin V.B., Suhinin A.I. Distancionnoe zondirovanie Zemli iz kosmosa. – Cifrovaja obrabotka izobrazhenij: uchebnoe posobie. – М.: Logos, 2001. – 264 s.
2. Sutyryna E.N. Distancionnoe zondirovanie zemli: uchebnoe posobie. – Irkutsk: Izd-vo IGU, 2013. – 165 s.
3. Malysheva N.V. Avtomatizirovannoe deshifrirovanie ajerokosmicheskikh izobrazhenij lesnyh nasazhdenij. – М.: MGUL, 2012. – 154 s.
4. Sizikov V.S., Lavrov A.V. Ustojchivye metody matematiko-komp'yuternoj obrabotki izobrazhenij i spektrov: uchebnoe posobie. – Sankt-Peterburg: Universitet ITMO, 2018. – 70 s.
5. Fisenko V.T., Fisenko T.Ju. Komp'yuternaja obrabotka i raspoznavanie izobrazhenij. – SPb: SPbGU ITMO, 2008. – 192 s.
6. Mihajlov B.M., Halabija R.F. Klassifikacija i organizacija vychislitel'nyh sistem: uchebnoeposobie. – М.: MGUPI, 2010. – 144 s.

7. Shpakovskij G.I. Organizacija parallel'nyh JeVM i superskaljarnyh processorov: ucheb. posobie. – Minsk.: Belgosuniversitet, 1996. – 296 s.
8. Arhangel'skij A.A., Shemjakin V.N. Sravnenie svojstv mnogoprocessornyh sistem s razlichnymi topologicheskimi strukturami. – Informacija i kosmos, 2022. – № 4. – S. 101-105.

УДК 621.391:621.396.96

Д.И. ПОПОВ

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДАПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ РЕЖЕКТИРОВАНИЯ ПАССИВНЫХ ПОМЕХ

В статье рассмотрена задача анализа эффективности адаптивных алгоритмов режектирования пассивных помех при вобуляции периода повторения. Предложен основанный на асимптотических свойствах оценок максимального правдоподобия метод анализа эффективности адаптивных режекторных фильтров в зависимости от объема обучающей выборки. На основе статистического описания свойств оценок неизвестных параметров пассивной помехи выполнено усреднение критерия эффективности алгоритмов адаптивного режектирования. Полученное аналитическое выражение усредненного критерия устанавливает связь эффективности подавления помехи с характеристиками используемых оценок параметров пассивной помехи (доплеровской фазы и коэффициентов межпериодной корреляции) и позволяет сравнительно просто выбирать объем обучающей выборки в зависимости от величины допустимых потерь в эффективности фильтра. Приведены результаты расчета кривых адаптации для фильтров первого, второго и третьего порядков.

Ключевые слова: адаптивные алгоритмы; анализ; обучающая выборка; пассивные помехи; слепые скорости; эффективность режектирования.

© Попов Д.И., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Richards M.A., Scheer J.A., Holm W.A. Principles of Modern Radar: Basic Principles. – New York: SciTech Publishing, IET, Edison, 2010. – 924 p.
2. Melvin W.L., Scheer J.A. Principles of Modern Radar: Advanced Techniques. – New York: SciTech Publishing, IET, Edison, 2013. – 846 p.
3. Richards M.A. Fundamentals of Radar Signal Processing, – Second Edition. – New York: McGraw–Hill Education, 2014. – 618 p.
4. Справочник по радиолокации: в 2 кн. – Кн. 1; под ред. М.И. Сколника; пер. с англ. под ред. В.С. Вербы. – М.: Техносфера, 2014. – 672 с.
5. Репин В.Г., Тартаковский Г.П. Статистический синтез при априорной неопределенности и адаптация информационных систем. – М.: Сов. радио, 1977. – 432 с.
6. Кузьмин С.З. Цифровая радиолокация. Введение в теорию. – Киев: КВиЦ, 2000. – 428 с.
7. Ключко В.К., Кузнецов В.П., Левитин А.В. Алгоритмы определения координат движущихся целей на базе многоканальной доплеровской РЛС – Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета, 2015. – № 53. – С. 3-10.
8. Ключко В.К., Кузнецов В.П., Ву Ба Хунг. Оценивание параметров радиосигналов от подвижных маловысотных объектов. – Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета, 2022. – № 80. – С. 12-23.
9. Попов Д.И. Адаптивная обработка радиолокационных сигналов. – Вестник Рязанской государственной радиотехнической академии, 2001. – Вып. 9. – С. 98-108.
10. Попов Д.И. Адаптивное режектирование пассивных помех при вобуляции периода повторения. – Информационные системы и технологии, 2024. – № 5(145). – С. 100-108.

Попов Дмитрий Иванович

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина», г. Рязань

Доктор технических. наук, профессор, должность – профессор
Тел.: 8 915 618 01 24
E-mail: adop@mail.ru

D.I. POPOV (*Doctor of Engineering Sciences, Professor, Position – Professor*)
Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Ryazan

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF ADAPTIVE ALGORITHMS FOR PASSIVE INTERFERENCE REJECTION

The article considers the problem of analyzing the effectiveness of adaptive algorithms for clutter rejection during the repetition period wobble. A method based on the asymptotic properties of maximum likelihood estimates is proposed to analyze the effectiveness of adaptive rejection filters depending on the size of the training sample. On the basis of a statistical description of the properties of estimates of unknown parameters of clutter, an averaging criterion for the effectiveness of adaptive rejection algorithms was performed. The obtained analytical expression of the averaged criterion establishes a relationship between the effectiveness of clutter suppression and the characteristics of the estimates of clutter parameters used (Doppler phase and interperiod correlation coefficients) and makes it relatively easy to choose the size of the training sample depending on the amount of allowable losses in the filter efficiency. The results of the calculation of adaptation curves for filters of the first, second and third orders are presented.

Keywords: *adaptive algorithms; analysis; training sampling; passive interference; blind speeds; the efficiency of rejection.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Richards M.A., Scheer J.A., Holm W.A. Principles of Modern Radar: Basic Principles. – New York: SciTech Publishing, IET, Edison, 2010. – 924 p.
2. Melvin W.L., Scheer J.A. Principles of Modern Radar: Advanced Techniques. – New York: SciTech Publishing, IET, Edison, 2013. – 846 p.
3. Richards M.A. Fundamentals of Radar Signal Processing, – Second Edition. – New York: McGraw–Hill Education, 2014. – 618 p.
4. Spravochnik po radiolokacii: v 2 kn. – Kn. 1; pod red. M.I. Skolnika; per. s angl. pod red. V.S. Verby. – M.: Tehnosfera, 2014. – 672 s.
5. Repin V.G., Tartakovskij G.P. Statisticheskij sintez pri apriornoj neopredelennosti i adaptacija informacionnyh sistem. – M.: Sov. radio, 1977. – 432 s.
6. Kuz'min S.Z. Cifrovaja radiolokacija. Vvedenie v teoriju. – Kiev: KViC, 2000. – 428 s.
7. Klochko V.K., Kuznecov V.P., Levitin A.V. Algoritmy opredelenija koordinat dvizhushhihsja celej na baze mnogokanal'noj doplerovskoj RLS – Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta, 2015. – № 53. – S. 3-10.
8. Klochko V.K., Kuznecov V.P., Vu Ba Hung. Ocenivanie parametrov radiosignalov ot podvizhnyh malovyсотnyh ob#ektov. – Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta, 2022. – № 80. – S. 12-23.
9. Popov D.I. Adaptivnaja obrabotka radiolokacionnyh signalov. – Vestnik Rjazanskoj gosudarstvennoj radiotekhnicheskoy akademii, 2001. – Vyp. 9. – S. 98-108.
10. Popov D.I. Adaptivnoe rezhektirovanie passivnyh pomех pri vobuljácii perioda povtorenija. – Informacionnye sistemy i tehnologii, 2024. – № 5(145). – S. 100-108.

Ф.В. ЗАНДЕР, А.К. ДАШКОВА, В.А. КОМАРОВ, А.В. МИШУРОВ

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ
КОМПЛЕКС СИГНАЛОВ ИОТ-УСТРОЙСТВ**

В связи с необходимостью развертывания сетей Интернета вещей для обслуживания труднодоступных районов, где частично или полностью отсутствует наземная инфраструктура, предлагаются технические решения, при которых наземные устройства не координируются и не синхронизируются, то есть передают пакеты информации на космический аппарат в случайные моменты времени. Ряд особенностей сигналов, формируемых и обрабатываемых по технологии LoRa (Long Range), являются перспективными для использования в таких многоспутниковых системах передачи данных. В статье приводится описание проектного решения по созданию исследовательского аппаратно-программного комплекса (АПК), предназначенного для отработки алгоритмов работы приемопередатчиков сигналов IoT-устройств с целью последующего их использования не только на Земле, но и на космических аппаратах (КА). Конструктивно-технологическая реализация АПК LoRa основывается на использовании программно-определяемых реконфигурируемых радиоустройств (Universal Software Radio Peripheral). Применение таких устройств, в условиях априорной неопределенности, обеспечивает оперативность программного реконфигурирования АПК LoRa и позволяет в процессе проводимых экспериментальных исследований выполнять модификацию структуры и содержания формируемых кадров передаваемой информации программно, без повторной перекомпиляции ПЛИС устройства приема и передачи ВЧ сигналов. В результате АПК обеспечивает: формирование суммарного ВЧ сигнала (до 4-х IoT-устройств) с индивидуальным, настраиваемым пользователем содержанием кадров передаваемой информации от каждого IoT-устройства; управление режимами работы приемных и передающих трактов устройств формирования и приема ВЧ сигналов (центральная частота, уровень мощности выходного сигнала, коэффициент усиления входной цепи и пр.); визуализацию содержимого кадров информации, принятой от IoT-устройств с отображением в виде спектрограммы зависимости частоты сигнала от времени. Выполнено компьютерное моделирование алгоритмов, реализуемых в устройствах приема и передачи ВЧ сигналов, входящих в состав АПК, для чего использовалась среда программирования LabVIEW. Применение АПК LoRa позволит, в частности, провести исследования алгоритмов обработки коллизий в аппаратуре полезной нагрузки КА при одновременном приеме сигналов от нескольких IoT-устройств, а затем эффективно интегрировать отработанные алгоритмы в аппаратуру полезной нагрузки КА.

Ключевые слова: Интернет вещей; IoT-устройства; SDR-устройства; ЛЧМ-сигнал.

© Зандер Ф.В., Дашкова А.К., Комаров В.А., Мишуров А.В., 2025

Исследование выполнено в рамках государственного задания ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» (номер FSRZ-2023-0008).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Seller O.B.A., Sornin N. Low complexity, low power and long range radio receiver: пат. 10305535 США. – 2019.
2. Леушин А.В. LORA как новый вид модуляции. Принцип работы, основные параметры, помехоустойчивость. – Техника радиосвязи, 2022. – № 2(53). – С. 28-42.
3. Верхулевский К. Технология LoRa компании Semtech: новый импульс развития «Интернета вещей». – Беспроводные технологии, 2015. – №. 3. – С. 42-48.
4. Глинченко А.С., Комаров В.А. Компьютерные спектральные измерения параметров сигналов: монография. – Сиб. федерал. ун-т. – Красноярск: ИПК СФУ, 2010. – 53 с.
5. Bernier C., Dehmas F., Deparis N. Low complexity LoRa frame synchronization for ultra-low

- power software-defined radios // IEEE Transactions on Communications, 2020. – Т. 68. – № 5. – С. 3140-3152.
6. Анпилогов В.Р., Нгуен Д.А. Анализ совместимости спутниковых сетей IoT с устройствами SDR и LPWAN в диапазонах частот 868/915 МГц. – Электросвязь, 2020. – № 1. – С. 37-43.
 7. Комаров В.А. и др. Программный комплекс формирования сигналов IoT устройств / В.А., Комаров, Ф.В. Зандер, В.И. Коваленок, А.К. Дашкова, А.В. Сарафанов // Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент); Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024618798 от 24 апреля 2024 г.
 8. Комаров В. А. и др. Программный комплекс приема и обработки сигналов IoT устройств / В.А. Комаров, Ф.В. Зандер, В.И. Коваленок, А.К. Дашкова, А.В. Сарафанов // Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент); Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024618793 от 24 апреля 2024 г.
 9. Ань Н.Д. Оценка энергетики абонентских радиолиний и информационной емкости спутниковой низкоорбитальной системы Интернета вещей // Т-Comm-Телекоммуникации и Транспорт, 2021. – Т. 15. – № 11. – С. 32-39.

Зандер Феликс Викторович

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Институт инженерной физики и радиоэлектроники, г. Красноярск

Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой радиоэлектронных систем

Тел.: 8 902 945 15 00

E-mail: FZander@sfu-kras.ru

SPIN: 4130-8742; Web of Science Researcher ID: LDE-6630-2024; ORCID: 0000-0003-3709-8091

Scopus ID: 56247234000

Дашкова Алена Карловна

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Институт инженерной физики и радиоэлектроники, г. Красноярск

Кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры радиоэлектронных систем

Тел.: 8 960 769 11 66

E-mail: ADashkova@sfu-kras.ru

SPIN: 6377-6186; ORCID: 0000-0002-3747-3114; Scopus ID: 57195505830

Комаров Владимир Александрович

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Институт инженерной физики и радиоэлектроники, г. Красноярск

Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры радиоэлектронной техники информационных систем

Тел.: 8 902 917 68 93

E-mail: AKomarov@sfu-kras.ru

SPIN: 1168-3336; Web of Science Researcher ID: C-8646-2016; ORCID: 0000-0001-9210-9908

Scopus ID: 37110838500

Мишуров Андрей Валериевич

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Институт инженерной физики и радиоэлектроники, г. Красноярск

Старший преподаватель кафедры радиоэлектронных систем

Тел.: 8 902 992 35 99

E-mail: AMishurov@sfu-kras.ru

SPIN: 8318-4695; Scopus ID 54684695200

F.V. ZANDER (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Radio Electronic Systems*)

A.K. DASHKOVA (*Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Radio Electronic Systems*)

V.A. KOMAROV (Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor,
Professor of the Department of Radio Electronic Engineering of Information Systems)

A.V. MISHUROV (Senior Lecturer at the Department of Radio Electronic Systems)
Siberian Federal University, Institute of Engineering Physics and Radio Electronics, Krasnoyarsk

RESEARCH HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX OF IOT DEVICE SIGNALS

The need for deploying Internet of Things (IoT) networks to serve areas of difficult access where there is a partial or complete lack of ground infrastructure, technical solutions are proposed. Due to which ground devices are not coordinated and not synchronized, they transmit information packets to the spacecraft at random times. A number of signals features generated and processed using LoRa (Long Range) technology are promising for use in such multi-satellite data transmission systems. The article gives a description of a solution for the research hardware and software complex creation. The complex was designed to test algorithms for the operation of IoT device signals transceivers for the subsequent use of them not only on Earth, but also on spacecraft. The design and technological implementation of the LoRa hardware and software complex is based on the use of software-defined reconfigurable radio devices (Universal Software Radio Peripheral). The use of such devices, under conditions of a priori uncertainty, ensures the software reconfiguration efficiency of the LoRa hardware and software complex, allows to modify the structure and content of the generated frames of the transmitted information programmatically during experimental research, without recompiling the programmable logic device (PLD) of the receiving and transmitting RF signals device. As a result, the complex provides the formation of a total RF signal (up to 4 IoT devices) with an individual, user-configurable frames content of transmitted information from each IoT device. It allows to control operating modes of receiving and transmitting paths of RF signal generation and reception devices (center frequency, output signal power level, input circuit gain factor, etc.). The complex provides content visualization of information frames received from IoT devices with the display of the signal frequency versus time in the form of a spectrogram. Performed computer simulation of algorithms implemented in devices for receiving and transmitting RF signals included in the complex was carried out with usage of LabVIEW programming environment. The use of the LoRa hardware and software complex will allow to study collision processing algorithms in the spacecraft payload equipment while simultaneously receiving signals from several IoT devices.

Keywords: Internet of Things; IoT devices; SDR devices; chirp signal; Linear Frequency Modulation.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Seller O.B.A., Sornin N. Low complexity, low power and long range radio receiver: pat. 10305535 SShA. – 2019.
2. Leushin A.V. LORA kak novyj vid moduljacji. Princip raboty, osnovnye parametry, pomehoustojchivost'. – Tehnika radiosvjazi, 2022. – № 2(53). – S. 28-42.
3. Verhulevskij K. Tehnologija LoRa kompanii Semtech: novyj impul's razvitija «Interneta veshhej». – Besprovodnye tehnologii, 2015. – № 3. – S. 42-48.
4. Glinchenko A.S., Komarov V.A. Komp'juternye spektral'nye izmerenija parametrov signalov: monografija. – Sib. federal. un-t. – Krasnojarsk: IPK SFU, 2010. – 53 s.
5. Bernier C., Dehmas F., Deparis N. Low complexity LoRa frame synchronization for ultra-low power software-defined radios // IEEE Transactions on Communications, 2020. – T. 68. – № 5. – S. 3140-3152.
6. Anpilogov V.R., Nguen D.A. Analiz sovместимости sputnikovyh setej IoT s ustrojstvami SDR i LPWAN v diapazonah chastot 868/915 MGc. – Jelektrosvjaz', 2020. – № 1. – S. 37-43.
7. Komarov V.A. i dr. Programmnyj kompleks formirovanija signalov IoT ustrojstv / V.A., Komarov, F.V. Zander, V.I. Kovalenok, A.K. Dashkova, A.V. Sarafanov // Federal'naja sluzhba po intellektual'noj sobstvennosti (Rospatent); Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM № 2024618798 ot 24 aprelja 2024 g.
8. Komarov V. A. i dr. Programmnyj kompleks priema i obrabotki signalov IoT ustrojstv / V.A. Komarov, F.V. Zander, V.I. Kovalenok, A.K. Dashkova, A.V. Sarafanov // Federal'naja sluzhba po intellektual'noj sobstvennosti (Rospatent); Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM № 2024618793 ot 24 aprelja 2024 g.
9. An' N.D. Ocenka jenergetiki abonentskih radiolinij i informacionnoj emkosti sputnikovoj nizkoorbital'noj sistemy Interneta veshhej // T-Comm-Telekommunikacii i Transport, 2021. – T. 15. – № 11. – S. 32-39.

Д.И. АКИНЬШИН, В.В. ТВЕРДОХЛЕБ, А.М. ХЛОПОВ

МЕТОД СОКРЫТИЯ ДАННЫХ В КОМПОНЕНТНОЙ ОБЛАСТИ JPEG-КОНТЕЙНЕРА

Рассматривается построение метода сокрытия данных в компонентной области графического Jpeg-контейнера. Обосновывается область спектрального представления блока Jpeg, потенциально эффективная для встраивания данных. Разрабатываются механизмы выбора компонент для инкапсулирования данных, исходя из особенностей содержания блока. Предлагаются алгоритмы прямого и косвенного внесения бит скрываемого сообщения в контейнер.

Ключевые слова: Jpeg; стеганографический контейнер; сокрытие данных; LSB; инкапсуляция данных.

Акиньшин Д.И., Твердохлеб В.В., Хлопов А.М., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Szczypiorski K. HICCUPS: Hidden Communication System for Corrupted Networks [Электронный ресурс]. – URL: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1102/1102.0023.pdf> (дата обращения: 10.09.24).
2. Mazurczyk W., Szczypiorski K. Steganography of VoIP streams.: In: MeersmanR, TariZ (eds) Springer-Verlag, 2009 [Электронный ресурс]. – URL: http://home.elka.pw.edu.pl/~wmazurcz/moja/art/OTM_StegVoIP_2008.pdf (дата обращения: 10.09.24).
3. Szczypiorski K. Steganography in TCP-IP Networks.pdf. – Academia.edu [Электронный ресурс]. – URL: https://www.academia.edu/22606031/Steganography_in_TCP_IP_Networks_pdf (дата обращения: 10.09.24).
4. Shelukhin O.I., Kanaev S.D. Steganography. Algorithms and software implementation. Moscow, Hotline-Telecom, scientific and technical publishing house, 2017. – 592 p.
5. Fridrich Y. Steganography in Digital Media: Principles, Algorithms and Applicaticks. – Cambridge. – Cambridge Press, 2010. – 462 p.
6. Tsai Ch.-L., Chen Ch.-J., Hsu W.-L. Multi-morphological image data hiding based on the application of Rubik's cubic algorithm // IEEE International Carnahan Conference on Security Technology (ICCST), 2012. – № 1. – 135-139 p.
7. Miano J. Image compression formats and algorithms in action: tutorial. – Moscow, 2003. – 336 p.

Акиньшин Данил Иванович

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова,
г. Белгород
Студент кафедры ПОВТАС
Тел.: 8 920 591 59 68
Е

Твердохлеб Виталий Викторович

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова, г.
Белгород
Кандидат технических наук, доцент кафедры ПОВТАС
Тел.: 8 980 326 71 85
E-mail: oectannvv@gmail.com

Хлопов Андрей Михайлович

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова, г. Белгород

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры ПОВТАС

Тел.: 8 915 572 96 12

E-mail: akhlopov2021@gmail.com

D.I. AKIN'ShIN (Student of the Department of POVTAS)

V.V. TVERDOXLEB (Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of POVTAS)

*A.M. XLOPOV (Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of POVTAS)*

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod

METHOD OF HIDING DATA IN THE COMPONENT AREA OF A JPEG CONTAINER

The article considers the construction of a method for hiding data in the component area of a graphic Jpeg container. The area of the spectral representation of a Jpeg block, potentially effective for embedding data, is substantiated. Mechanisms for selecting components for encapsulating data are developed based on the features of the block content. Algorithms for direct and indirect insertion of bits of a hidden message into a container are proposed.

Keywords: *Jpeg; steganographic container; data hiding; LSB; data encapsulation.*

BIBLIOGRAPHY TRANSLITERATED

1. Szczypiorski K. HICCUPS: Hidden Communication System for Corrupted Networks [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1102/1102.0023.pdf> (data obrashhenija: 10.09.24).
2. Mazurczyk W., Szczypiorski K. Steganography of VoIP streams.: In: MeersmanR, TariZ (eds) Springer-Verlag, 2009 [Elektronnyj resurs]. – URL: http://home.elka.pw.edu.pl/~wmazurcz/moja/art/OTM_StegVoIP_2008.pdf (data obrashhenija: 10.09.24).
3. Szczypiorski K. Steganography in TCP-IP Networks.pdf. – Academia.edu [Elektronnyj resurs]. – URL: https://www.academia.edu/22606031/Steganography_in_TCP_IP_Networks_pdf (data obrashhenija: 10.09.24).
4. Shelukhin O.I., Kanaev S.D. Steganography. Algorithms and software implementation. Moscow, Hotline-Telecom, scientific and technical publishing house, 2017. – 592 r.
5. Fridrich Y. Steganography in Digital Media: Principles, Algorithms and Applicaticks. – Cambridge. – Cambridge Press, 2010. – 462 r.
6. Tsai Ch.-L., Chen Ch.-J., Hsu W.-L. Multi-morphological image data hiding based on the application of Rubik's cubic algorithm // IEEE International Carnahan Conference on Security Technology (ICCSST), 2012. – № 1. – 135-139 r.
7. Miano J. Image compression formats and algorithms in action: tutorial. – Moscow, 2003. – 336 r.

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.