

ISSN 2072-8964

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

6 (152) 2025

ISSN 2072-8964. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ 2025 6 (152) Индекс 15998 ("Пресса России")

№ 6(152) 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)

Рубрики номера

1. Математическое и компьютерное моделирование.....5-11
2. Информационные технологии в социально-экономических и организационно-технических системах12-33
3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.....34-62
4. Математическое и программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем.....63-86
5. Телекоммуникационные системы и компьютерные сети.....87-105
6. Информационная безопасность и защита информации.....106-141

Перечень специальностей ВАК

- 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)
- 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)
- 2.3.8. Информатика и информационные процессы (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
E-mail: Fedorovanat57@mail.ru

Сдано в набор 10.11.2025 г.
Подписано в печать 18.11.2025 г.
Дата выхода в свет 10.12.2025 г.
Формат 70x108 / 16

Усл. печ. л. 7,5. Тираж 300 экз. Цена свободная
Заказ № 288

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.pressa-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.

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.

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

© ОГУ имени И.С. Тургенева, 2025

№ 6(152) 2025

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

Editor-in-chief – Konstantinov 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 FIT IU 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), FITZ IU 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.....5-11**
2. **Information technologies in social and economic and organizational-technical systems.....12-33**
3. **Automation and control of technological processes and manufactures.....34-62**
4. **Software of the computer facilities and the automated systems.....63-86**
5. **Telecommunication systems and computer networks.....87-105**
6. **Information and data security.....106-141**

List of specialties of the Higher Attestation Commission

- 1.2.2. Mathematical modeling, computational methods and software packages (engineering sciences)
- 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)
- 2.3.8. Computer science and information processes (engineering sciences)

The editors

*Fedorova Natalia Yurievna
Mitin Alexander Alexandrovich*

It is sent to the printer's on 10.11.2025

18.11.2025 is put to bed

Date of publication 10.12.2025

Format 70x108 / 16

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

Free price

The order № 288

*It is printed from a ready dummy layout
on polygraphic base of Orel State University*

302026, Orel, Komsomolskaya street, 95

Index on the catalogue

«Pressa Rossii» 15998

www.pressa-rf.ru 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;
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 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.

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

© Orel State University, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

А.В. КАТАЕВ, И.В. РЯБОВ

Оценка эффективности алгоритма обработки текстов на естественном языке для генерации ответов в чат-боте.....5-11

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

С.А. БУЛГАКОВА, Д.О. ДАВЫДОВСКИЙ, А.Ю. УЖАРИНСКИЙ, Д.С. ШЕНКЕР, О.А. ШЕНКЕР

Разработка сервиса электронного портфолио для подачи заявки на повышенную государственную академическую стипендию в информационной системе ОГУ имени И.С. Тургенева.....12-18

В.Т. ЕРЕМЕНКО, Л.А. ЛЕКАРЬ

Инновационный подход к обезличиванию данных с использованием нейросетевых алгоритмов и криптографических методов19-23

А.В. КАПИТАНОВ, С.В. ТОРШИН

Алгоритм эффективной расстановки персонала в условиях неопределенности.....24-29

С.П. ХРИПУНОВ, А.А. ЮМУКЯН

Интеллектуальное управление роботами в конфликтной среде.....30-33

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

М.Г. АДЕЕВА, Н.А. ГАДЖИЕВА, Н.М. ГАДЖИЕВА, Г.Х. ИРЗАЕВ

Подход к созданию комплексных имитационных моделей цифровых двойников для производства полупроводниковых приборов.....34-44

Г.И. ГОЛИКОВ, Е.А. КОННИКОВ, Е.И. ОБУХОВА, П.А. ПОЛЯКОВ, Д.Г. РОДИОНОВ

Разработка аппаратно-программного комплекса для оптимизации энерго-климатического профиля производственного помещения.....45-54

А.И. ДОЛГИЙ, О.А. ИВАЦУК, А.М. ОЛЬШАНСКИЙ, Е.Н. РОЗЕНБЕРГ

Об эволюции интеллектуальных подходов к автоматическому управлению эксплуатационной работой на транспорте.....55-62

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Т.Ю. ВОЙТЕНКО, П.А. ЕГАРМИН, А.В. ФИРЕР, П.А. ШЕЛКУНОВ

Программная реализация скатерти Улама на языке программирования Python.....63-70

О.В. ЖДАНОВА

Анализ программного обеспечения для процесса управления требованиями (обзор).....71-80

М.И. ЗАРАГАЦКИЙ, А.Г. МУРЛИН, А.В. РУЗАНОВ

Исследование модульного подхода для современной архитектуры WPF-приложений.....81-86

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

С.Ю. АНДРЕЕВ, С.А. КОРНИЛОВ, А.Б. ФОКИН

Механизмы отказоустойчивости в телекоммуникационных сетях SDH/SONET и OTN.....87-96

О.А. ВОРОНИНА, К.А. МЕРКУЛОВ, В.В. МИШИН, М.О. РЕВЯКИНА, А.В. СЕЛИХОВ, К.С. ХАРЛАНОВА, В.А. ЧАПЧА

Портативное программно-аппаратное устройство регистрации витальных показателей человека.....97-105

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

М.А. АРЗУМАНОВ

Пути оптимизации алгоритма AES.....106-110

С.П. БЕЛОВ, Д.И. ГАЙВОРОНСКАЯ, А.В. ГРИГОРЕНКО

Разработка политики информационной безопасности как основы предотвращения угроз в распределенных системах в России.....111-117

О.М. ГОЛЕМБИОВСКАЯ, М.Ю. РЫТОВ, А.М. УРЕЦКИЙ

Разработка методики оценки готовности информационных систем организации к противодействию тактикам злоумышленников, основанных на использовании методов OSINT.....118-124

Дж.Дж. РАХМАНИ, Г.Д. СТЕПАНОВ, А.А. ХАРЧЕНКО

Реализация регистрации в приложениях через сторонние сервисы.....125-132

Р.Ю. РУСАКОВИЧ, Е.Ю. САМОФАЛОВ, С.А. ТРОФИМЕНКОВ

Обзор перспективных алгоритмов постквантовой криптографии.....133-141

CONTENT

MATHEMATICAL AND COMPUTER SIMULATION

A.V. KATAEV, I.V. RYaBOV

Evaluation of the effectiveness of a natural language text processing algorithm for answer generation in a chatbot.....5-11

INFORMATION TECHNOLOGIES IN SOCIAL AND ECONOMIC AND ORGANIZATIONAL-TECHNICAL SYSTEMS

S.A. BULGAKOVA, D.O. DAVY'DOVSKIY, A.Yu. UZHARINSKIY, D.S. SHENKER, O.A. SHENKER

Development of an electronic portfolio service for submitting an application for an increased state academic scholarship in the information system of the OSU named after I.S. Turgenev.....12-18

V.T. ERYoMENKO, L.A. LEKAR'

An innovative approach to depersonalization of data using neural network algorithms and cryptographic methods.....19-23

A.V. KAPITANOV, S.V. TORShIN

An algorithm for effective personnel placement under conditions of uncertainty.....24-29

S.P. XRIPUNOV, A.A. YuMUKYaN

Intelligent robot control in a conflict environment.....30-33

AUTOMATION AND CONTROL OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND MANUFACTURES

M.G. ADEEVA, N.A. GADZhieVA, N.M. GADZhieVA, G.X. IRZAEV

An approach to creating comprehensive simulation models of digital twins for semiconductor device production.....34-44

G.I. GOLIKOV, E.A. KONNIKOV, E.I. OBUXOVA, P.A. POLYaKOV, D.G. RODIONOV

Development of a hardware-software complex for optimizing the energy-climatic profile of an industrial facility.....45-54

A.I. DOLGIY, O.A. IVASHhUK, A.M. OL'ShANSKIY, E.N. ROZENBERG

About evolution of intelligence approach to automation control of transport operation.....55-62

SOFTWARE OF THE COMPUTER FACILITIES AND THE AUTOMATED SYSTEMS

T.Yu. VOJTENKO, P.A. EGARMIN, A.V. FIRER, P.A. ShELKUNOV

Software implementation of the Ulam spiral using the Python programming language.....63-70

O.V. ZhDANOVA

Analysis of the software tools for implementing the requirement management process (review).....71-80

M.I. ZARAGACzKIY, A.G. MURLIN, A.V. RUZANOV

A study of the modular approach for modern architecture of WPF applications.....81-86

TELECOMMUNICATION SYSTEMS AND COMPUTER NETWORKS

S.Yu. ANDREEV, S.A. KORNILOV, A.B. FOKIN

Fault tolerance mechanisms in SDH/SONET and OTN telecommunication networks.....87-96

O.A. VORONINA, K.A. MERKULOV, V.V. MISHIN, M.O. REVYaKINA, A.V. SELIXOV, K.S. XARLANOVA, V.A. ChAPChA

Portable software and hardware device for registration of human vital parameters.....97-105

INFORMATION AND DATA SECURITY

M.A. ARZUMANOV

The ways of AES algorithm optimization.....106-110

S.P. BELOV, D.I. GAJVORONSKAYa, A.V. GRIGORENKO

Development of information security policy as a basis for threat prevention in distributed systems in Russia.....111-117

O.M. GOLEMBIOVSKAYa, M.Yu. RY'TOV, A.M. UREczKIY

Development of a methodology for assessing the readiness of an organization's information systems to counteract malicious tactics based on the use of OSINT methods.....118-124

Dzh. Dzh. RAXMANI, G.D. STEPANOV, A.A. XARChENKO

Implementation of user registration in applications through third-party services.....125-132

R.Yu. RUSAKOVICH, E.Yu. SAMOFALOV, S.A. TROFIMENKOV

An overview of promising post-quantum cryptography algorithms.....133-141

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ТЕКСТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ОТВЕТОВ В ЧАТ-БОТЕ

В статье рассматривается задача генерации текстовых ответов на вопросы пользователей в формате FAQ с использованием предобученных трансформерных моделей для русского языка. Осуществлен сравнительный анализ трех архитектур: ruBERT, ruGPT и ruT5. Каждая модель была дообучена на корпусе пар «вопрос-ответ» и протестирована в условиях единого экспериментального протокола. Для оценки качества использовались автоматические метрики BLEU, ROUGE-L и BERTScore, а также стратегии генерации текста, включая beam search и sampling. Работа направлена на определение наиболее эффективного подхода к построению систем автоматической поддержки пользователей на русском языке.

Ключевые слова: FAQ чат-бот; NLP; ruT5; ruGPT; ruBERT; генерация текста; Beam Search; BERTScore; дообучение модели.

© Катаев А.В., Рябов И.В., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батищев А.В. И др. Достижение бизнес-целей посредством использования NLP / А.В. Батищев, Р.С. Мамедов, Н.А. Кондратенко, А.В. Волков // Естественно-гуманитарные исследования, 2023. – № 6(50).
2. Zmitrovich D. A Family of Pretrained Transformer Language Models for Russian, 2024.
3. Luo R., Sun L., Xia Y. BioGPT: generative pre-trained transformer for biomedical text generation and mining // Briefings in Bioinformatics, 2022. – Vol. 23. – № 6.
4. Ha M., Hwang J., Shin H. Seo Ensemble-NQG-T5: Ensemble Neural Question Generation Model Based on Text-to-Text Transfer Transformer // Applied Sciences (Switzerland), 2023. – Vol. 13. – № 2. – P. 903.
5. Коротеев М.В. Перспективы использования алгоритмов машинного самообучения в задачах обработки текстов на естественных языках // Управление развитием крупномасштабных систем mlsd'2020: труды тринадцатой международной конференции, Москва, 28-30 сентября 2020 года / Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. – Москва: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2020. – С. 832-838.
6. Hwang M.H. Ensemble-NQG-T5: Ensemble Neural Question Generation Model Based on Text-to-Text Transfer Transformer // Applied Sciences (Switzerland), 2023. – № 2(13).

Катаев Александр Вадимович

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования»
E-mail: alexander.kataev@gmail.com

Рябов Игорь Владиславович

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград
Студент
Тел.: 8 937 704 03 28
E-mail: trojan252452@gmail.com

A. V. KATAEV (Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor of the Department of Computer-aided Design and Search Engineering)

I. V. RYABOV (Student)
Volgograd State Technical University, Volgograd

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF A NATURAL LANGUAGE TEXT PROCESSING ALGORITHM FOR ANSWER GENERATION IN A CHATBOT

This paper addresses the problem of generating text-based answers to user questions in FAQ format using pretrained transformer models for the Russian language. A comparative analysis of three architectures-ruBERT, ruGPT, and ruT5-is conducted. Each model was fine-tuned on a corpus of question-answer pairs and tested under a unified experimental protocol. Automatic metrics such as BLEU, ROUGE-L, and BERTScore were used to assess answer quality, along with text generation strategies including beam search and sampling. The study aims to determine the most effective approach to building automated user support systems in Russian.

Keywords: FAQ chatbot; NLP; ruT5; ruGPT; ruBERT; text generation; Beam Search; BERTScore; model fine-tuning.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Batishhev A.V. I dr. Dostizhenie biznes-celej posredstvom ispol'zovaniya NLP / A.V. Batishhev, R.S. Mamedov, N.A. Kondratenko, A.V. Volkov // Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya, 2023. – № 6(50).
2. Zmitrovich D. A Family of Pretrained Transformer Language Models for Russian, 2024.
3. Luo R., Sun L., Xia Y. BioGPT: generative pre-trained transformer for biomedical text generation and mining // Briefings in Bioinformatics, 2022. – Vol. 23. – № 6.
4. Ha M., Hwang J., Shin H. Seo Ensemble-NQG-T5: Ensemble Neural Question Generation Model Based on Text-to-Text Transfer Transformer // Applied Sciences (Switzerland), 2023. – Vol. 13. – № 2. – P. 903.
5. Koroteev M.V. Perspektivy ispol'zovaniya algoritmov mashinnogo samoobucheniya v zadachah obrabotki tekstov na estestvennyh jazykah // Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnyh sistem mlsd'2020: trudy trinadcatoy mezhdunarodnoj konferencii, Moskva, 28-30 sentjabrja 2020 goda / Pod obshhej redakciej S.N. Vasil'eva, A.D. Cvirikuna. – Moskva: Institut problem upravleniya im. V.A. Trapeznikova RAN, 2020. – С. 832-838.
6. Hwang M.H. Ensemble-NQG-T5: Ensemble Neural Question Generation Model Based on Text-to-Text Transfer Transformer // Applied Sciences (Switzerland), 2023. – № 2(13).

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УДК 004.04

С.А. БУЛГАКОВА, Д.О. ДАВЫДОВСКИЙ,
А.Ю. УЖАРИНСКИЙ, Д.С. ШЕНКЕР, О.А. ШЕНКЕР

РАЗРАБОТКА СЕРВИСА ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО ДЛЯ ПОДАЧИ ЗАЯВКИ НА ПОВЫШЕННУЮ ГОСУДАРСТВЕННУЮ АКАДЕМИЧЕСКУЮ СТИПЕНДИЮ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ОГУ ИМЕНИ И.С. ТУРГЕНЕВА

В данной статье рассматривается сравнение процессов подачи заявки на повышенную государственную стипендию в бумажном и электронном формате. Описывается подход к проектированию сервиса электронного портфолио в информационной системе ОГУ им. И.С. Тургенева. Представлены требования, информационные и поведенческие спецификации разрабатываемого сервиса.

Ключевые слова: повышенная государственная академическая стипендия; ПГАС; сервис; информационная система; заявки на ПГАС; бумажное портфолио; электронное портфолио.

© Булгакова С.А., Давыдовский Д.О., Ужаринский А.Ю., Шенкер Д.С., Шенкер О.А., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баркова О.А. и др. Проблема систематизации научно-исследовательской деятельности в единой информационно-образовательной среде / О.А. Баркова, Н.М. Герасимова, Е.А. Лоскутова, Т.С. Полонская // Современные проблемы науки, общества и образования:

сборник статей II Международной научно-практической конференции, Пенза, 30 марта 2022 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. – С. 20-23.

2. Стычук А.А. и др. Концепция построения сервиса электронного портфолио обучающихся в единой информационно-образовательной среде ОГУ им. И.С. Тургенева / А.А. Стычук, А.Ю. Ужаринский, Д.С. Шенкер, О.А. Шенкер // Всероссийские научные чтения – 2024: сборник статей всероссийской научно-практической конференции, Петрозаводск, 08.02.2024. – Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2024. – С. 91-96 [Электронный ресурс]. – URL: <https://sciencen.org/assets/Kontent/Konferencii/Arhiv-konferencij/KOF-981.pdf>.
3. Регламент подачи документов и конкурсного отбора на получение повышенной государственной академической стипендии за особые достижения в учебной, научно-исследовательской, общественной, культурно-творческой, спортивной деятельности. – Орел: «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», 2025.

Булгакова Софья Андреевна

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Ассистент кафедры информационных систем и цифровых технологий
Тел.: 8 953 810 36 96
E-mail: sofabulgakova55@gmail.com

Давыдовский Дмитрий Олегович

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Студент
Тел.: 8 910 301 90 52
E-mail: tvk11537@mail.ru

Ужаринский Антон Юрьевич

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

Шенкер Данила Сергеевич

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Ассистент кафедры информационных систем и цифровых технологий
Тел.: 8 953 817 81 01
E-mail: shenker.danils@gmail.com

Шенкер Ольга Алексеевна

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Студент
Тел.: 8 910 302 05 74
E-mail: olya_orel@inbox.ru

S.A. BULGAKOVA (*Assistant Professor at the Department of Information Systems and Digital Technologies*)

D.O. DAVY'DOVSKIJ (*Student*)

A.Yu. UZHARINSKIJ (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Information Systems and Digital Technologies*)

D.S. SHENKER (*Assistant Professor at the Department of Information Systems and Digital Technologies*)

O.A. SHENKER (*Student*)
Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel

DEVELOPMENT OF AN ELECTRONIC PORTFOLIO SERVICE
FOR SUBMITTING AN APPLICATION FOR AN INCREASED STATE ACADEMIC SCHOLARSHIP
IN THE INFORMATION SYSTEM OF THE OSU NAMED AFTER I.S. TURGENEV

This article compares the processes of submitting an application for an increased state scholarship in paper and electronic formats. An approach to designing an electronic portfolio service in the information system of I.S. Turgenev OSU is described. Requirements, information and behavioral specifications of the developed service are presented.

Keywords: increased state academic scholarship; PGAS; service; information system; applications for PGAS; paper portfolio; electronic portfolio.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Barkova O.A. i dr. Problema sistematizacii nauchno-issledovatel'skoj dejatel'nosti v edinoj informacionno-obrazovatel'noj srede / O.A. Barkova, N.M. Gerasimova, E.A. Loskutova, T.S. Polonskaja // *Sovremennye problemy nauki, obshhestva i obrazovaniya: sbornik statej II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii*, Penza, 30 marta 2022 goda. – Penza: Nauka i Prosveshhenie (IP Guljaev G.Ju.), 2022. – S. 20-23.
2. Stychuk A.A. i dr. Koncepcija postroeniya servisa jelektronnogo portfolio obuchajushhishja v edinoj informacionno-obrazovatel'noj srede OGU im. I.S. Turgeneva / A.A. Stychuk, A.Ju. Uzharinskij, D.S. Shenker, O.A. Shenker // *Vserossijskie nauchnye chteniya – 2024: sbornik statej vserssijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii*, Petrozavodsk, 08.02.2024. – Petrozavodsk: MCNP «Novaja nauka», 2024. – С. 91-96 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://sciencen.org/assets/Kontent/Konferencii/Arhiv-konferencij/KOF-981.pdf>.
3. Reglament podachi dokumentov i konkursnogo otbora na poluchenie povyshennoj gosudarstvennoj akademicheskoy stipendii za osobyе dostizheniya v uchebnoj, nauchno-issledovatel'skoj, obshhestvennoj, kul'turno-tvorcheskoj, sportivnoj dejatel'nosti. – Orel: «Orlovskij gosudarstvennyj universitet imeni I.S. Turgeneva», 2025.

УДК 004.91

В.Т. ЕРЕМЕНКО, Л.А. ЛЕКАРЬ

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОБЕЗЛИЧИВАНИЮ ДАННЫХ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ
И КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

В статье рассматриваются актуальные проблемы применения технологи биометрической идентификации и аутентификации граждан, основанная на объединении биометрии, нейронных сетей и криптографии (БНК). Технология БНК позволяет защитить персональные биометрические данные при выполнении идентификации/аутентификации пользователя путем преобразования биометрического образа в уникальный ключ (ключ идентификации, ключ ЭЦП, ключ шифрования), полученный в результате объединения коэффициентов персональных биометрических контейнеров и структуры связей нейронных сетей с персональными биометрическими данными.

Ключевые слова: биометрия; идентификация/аутентификация; нейронные сети; криптография.

©Еременко В.Т., Лекарь Л.А., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимошкин О.А. Информационно-аналитические подразделения Министерства внутренних дел России: генезис и актуальные проблемы деятельности // *Вестник Московского университета МВД России*, 2022. – № 4. – С. 35-42.

2. ГОСТ Р 52633.1-2009 Защита информации. Техника защиты информации. Требования к формированию баз естественных биометрических образов, предназначенных для тестирования средств высоконадежной биометрической аутентификации. – М. Стандартинформ, 2019. – 20 с.
3. Карачурина Л.Б. Миграционные процессы в современной России: тенденции и вызовы // Данные больших исследований: материалы НИУ ВШЭ, 2021. – № 6. – С. 14-27.
4. Кубасов И.А. Основные направления развития единой системы информационно-аналитического обеспечения деятельности МВД России // «Академическая мысль», 2024. – № 3(28).

Еременко Владимир Тарасович

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационной безопасности
Тел.: 8 906 664 61 61
E-mail: vip.evt1976@mail.ru

Лекарь Людмила Антоновна

ФГКОУ ВО «Академия управления МВД России», г. Москва
Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий
E-mail: antonna47@bk.ru

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

L.A. LEKAR' (*Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor of the Department of Information Technologies*)
Academy of Management of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Moscow

**AN INNOVATIVE APPROACH TO DEPERSONALIZATION OF DATA
USING NEURAL NETWORK ALGORITHMS AND CRYPTOGRAPHIC METHODS**

The article discusses the current problems of applying biometric identification and citizen authentication technologies based on the combination of biometrics, neural networks and cryptography (BNC). BNC technology allows you to protect personal biometric data when performing user identification/authentication by converting a biometric image into a unique key (identification key, EDS key, encryption key) obtained by combining the coefficients of personal biometric containers and the structure of neural network connections with personal biometric data.

Keywords: *biometrics; identification/authentication; neural networks; cryptography.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Timoshkin O.A. Informacionno-analiticheskie podrazdelenija Ministerstva vnutrennih del Rossii: genesis i aktual'nye problemy dejatel'nosti // Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii, 2022. – № 4. – С. 35-42.
2. GOST R 52633.1-2009 Zashhita informacii. Tehnika zashhity informacii. Trebovanija k formirovaniju baz estestvennyh biometricheskikh obrazov, prednaznachennyh dlja testirovanija sredstv vysokonadezhnoj biometricheskoj autentifikacii. – М. Standartinform, 2019. – 20 s.
3. Karachurina L.B. Migracionnye processy v sovremennoj Rossii: tendencii i vyzovy // Dannye bol'shih issledovaniy: materialy NIU VShJe, 2021. – № 6. – С. 14-27.
4. Kubasov I.A. Osnovnye napravlenija razvitija edinoj sistemy informacionno-analiticheskogo obespechenija dejatel'nosti MVD Rossii // «Akademicheskaja mysl'», 2024. – № 3(28).

АЛГОРИТМ ЭФФЕКТИВНОЙ РАССТАНОВКИ ПЕРСОНАЛА В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Статья посвящена разработке алгоритма оптимизации распределения персонала в организациях в условиях высокой степени неопределенности внешней среды. Рассматриваются современные подходы к управлению человеческими ресурсами, позволяющие минимизировать риски и повысить эффективность функционирования предприятий в нестабильных экономических ситуациях.

Предложенный алгоритм основан на теории нечетких множеств и теории принятия решений в условиях риска. Особое внимание уделено описанию матриц несоответствия квалификации сотрудников требованиям рабочих мест. Использование предложенного алгоритма в информационно-аналитических системах позволит эффективно распределять персонал с учетом краткосрочных и долгосрочных целей организации.

Ключевые слова: поддержка принятия решений; комплектация производственного персонала; цифровая модель компетенций; эффективность производственного процесса; теория нечетких множеств.

© Капитанов А.В., Торшин С.В., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маленков Ю.Г. Нечеткие множества и инженерия знаний. – Автоматизированные информационные системы, 2016. – № 3. – С. 14-23.
2. Заболотнева О.Ю. Управление персоналом в условиях неопределенности. – Кадровая служба и управление персоналом предприятия, 2017. – № 5. – С. 18-25.
3. Лапыгин Ю.Н. Основы управленческого консультирования. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: КноРус, 2004. – 304 с.
4. Полозов А.А. Применение теории нечетких множеств в управлении качеством продукции. – Качество и сертификация, 2015. – № 2. – С. 12-18.
5. Лотов А.В., Поспелова И.И. Многокритериальные задачи принятия решений: учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 197 с.
6. Луценко Е.В. Принятие решений в условиях неопределенности на основе нечетких множеств. – Молодежь и наука, 2018. – № 4. – С. 11–17.
7. Мельников В.Ф. Оптимизация управления проектами на основе теории нечетких множеств. – Менеджмент и маркетинг, 2019. – № 2. – С. 56-64.

Капитанов Алексей Вячеславович

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой, кафедра автоматизированных систем обработки информации и управления

Торшин Сергей Викторович

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва

Аспирант, старший преподаватель, кафедра автоматизированных систем обработки информации и управления

A. V. KAPITANOV (*Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department,
Department of Automated Information Processing and Management Systems*)

S. V. TORShIN (*Post-graduate Student, Senior Lecturer,
Department of Automated Information Processing and Management Systems)
Moscow State Technological University «STANKIN», Moscow*)

AN ALGORITHM FOR EFFECTIVE PERSONNEL PLACEMENT
UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY

The article is devoted to the development of an algorithm for optimizing the allocation of personnel in organizations in conditions of a high degree of uncertainty in the external environment. Modern approaches to human resource management are considered, allowing minimizing risks and increasing the efficiency of enterprises in unstable economic situations.

The proposed algorithm is based on the theory of fuzzy sets and the theory of decision-making under risk conditions. Special attention is paid to the description of the criterion for minimizing the average square deviation of employee qualifications from workplace requirements. The use of the proposed algorithm in information and analytical systems will make it possible to efficiently allocate staff, taking into account the short- and long-term goals of the organization.

Keywords: decision support; recruitment of production personnel; digital competence model; efficiency of the production process; theory of fuzzy sets.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Malenkov Ju.G. Nechetkie mnozhestva i inzhenerija znaniy. – Avtomatizirovannye informacionnye sistemy, 2016. – № 3. – S. 14-23.
2. Zabolotneva O.Ju. Upravlenie personalom v uslovijah neopredelennosti. – Kadrovaja sluzhba i upravlenie personalom predpriyatija, 2017. – № 5. – S. 18-25.
3. Lapygin Ju.N. Osnovy upravlencheskogo konsul'tirovaniya. – 3-e izd., pererab. i dop. – M.: KnoRus, 2004. – 304 s.
4. Polozov A.A. Primenenie teorii nechetkih mnozhestv v upravlenii kachestvom produkcii. – Kachestvo i sertifikacija, 2015. – № 2. – S. 12-18.
5. Lotov A.V., Pospelova I.I. Mnogokriterial'nye zadachi prinjatija reshenij: uchebnoe posobie. – M.: MAKS Press, 2008. – 197 s.
6. Lucenko E.V. Prinjatie reshenij v uslovijah neopredelennosti na osnove nechetkih mnozhestv. – Molodezh' i nauka, 2018. – № 4. – S. 11-17.
7. Mel'nikov V.F. Optimizacija upravlenija proektami na osnove teorii nechetkih mnozhestv. – Menedzhment i marketing, 2019. – № 2. – S. 56-64.

УДК 623.618

С.П. ХРИПУНОВ, А.А. ЮМУКЯН

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РОБОТАМИ В КОНФЛИКТНОЙ СРЕДЕ

В данной статье авторы рассматривают проблему повышения надежности выполнения роботами опасных заданий в среде с противодействием за счет интеллектуализации индивидуальных и групповых действий и предлагают пути ее решения посредством создания интеллектуальных алгоритмов управления исполнительного и организационного уровней.

Ключевые слова: интеллектуализация; управление; роботы; групповые действия.

©Хрипунов С.П., Юмукян А.А., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каляев И.А., Лохин В.М., Макаров И.М. Интеллектуальные роботы: учебное пособие для вузов; под общей ред. Е.И. Юревича. – М.: Машиностроение, 2007. – 360 с.
2. Граськин С.С., Ермолов И.Л., Хрипунов С.П. Концептуальные основы платформенно-модульного подхода к разработке перспективных робототехнических комплексов. – Мехатроника, автоматизация, управление, 2023. – Том 24. – № 12. – С. 619-626.
3. Пospelov Г.С. Искусственный интеллект – основа новой информационно технологии. – М.: Наука, 1988. – 280 с.
4. Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Рефлексивные игры. – М.: СИНТЕГ, 2003. – 160 с.

5. Макаренко С.И. Интероперабельность человеко-машинных интерфейсов: монография. – СПб.: Научное издание, 2023. – 185 с.

Хрипунов Сергей Петрович

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва
Доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник
Тел.: 8 916 915 37 22
E-mail: hsp61@ipu.ru

Юмукян Александр Александрович

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение «Бауманская инженерная школа № 1580», г. Москва
Ученик школы
E-mail: yumukyanaa@gmail.com

S.P. XRIPUNOV (*Doctor of Engineering Sciences, Professor, Leading Researcher*)
V. A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of the Russian Academy of Sciences, Moscow

A.A. YuMUKYAN (*Student*)
Moscow State Budgetary Institution of General Education «Bauman Engineering School 1580», Moscow

INTELLIGENT ROBOT CONTROL IN A CONFLICT ENVIRONMENT

In this article, the author examines the problem of increasing the reliability of robots performing dangerous tasks in an environment with counteraction through the intellectualization of individual and group actions and suggests ways to solve it by creating intelligent control algorithms at the executive and organizational levels.

Keywords: *intellectualization; management; robots; group actions.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Kaljaev I.A., Lohin V.M., Makarov I.M. *Intellektual'nye roboty: uchebnoe posobie dlja vuzov; pod obshhej red. E.I. Jurevicha.* – М.: Mashinostroenie, 2007. – 360 s.
2. Gras'kin S.S., Ermolov I.L., Hripunov S.P. *Konceptual'nye osnovy platformenno-modul'nogo podhoda k razrabotke perspektivnyh robototekhnicheskikh kompleksov.* – Mehatronika, avtomatizacija, upravlenie, 2023. – Tom 24. – № 12. – S. 619-626.
3. Pospelov G.S. *Iskusstvennyj intellekt – osnova novoj informacionno tehnologi.* – М.: Nauka, 1988. – 280 s.
4. Novikov D.A., Chhartishvili A.G. *Refleksivnye igry.* – М.: SINTEG, 2003. – 160 s.
5. Makarenko S.I. *Interoperabel'nost' cheloveko-mashinnyh interfejsov: monografija.* – SPb.: Naukoemkie tehnologii, 2023. – 185 s.

*АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ*

УДК 658.51:519.876.5

М.Г. АДЕЕВА, Н.А. ГАДЖИЕВА, Н.М. ГАДЖИЕВА, Г.Х. ИРЗАЕВ

**ПОДХОД К СОЗДАНИЮ КОМПЛЕКСНЫХ
ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ**

Одним из решений проблем полупроводникового производства, связанных с организацией непрерывной подачи материалов и компонентов на производственное оборудование, является внедрение на предприятии цифрового производства Индустрия 4.0 с использованием цифровых

двойников. Предложена концепция автоматической генерации имитационной модели цифрового двойника, интеллектуального анализа данных и машинного обучения для анализа производственных данных, а также гибкой структуры моделирования материальных потоков производства полупроводников.

Ключевые слова: имитационная модель; моделирование процессов; моделирование ресурсов; полупроводниковое производство; цифровой двойник; цифровое производство.

© Адеева М.Г., Гаджиева Н.А., Гаджиева Н.М., Ирзаев Г.Х., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электронная промышленность (рынок России): состояние, тенденции, перспективы // TADVISER. Государство. Бизнес. Технологии: сайт, 2025 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.tadviser.ru/index.php> (дата обращения: 02.06.2025).
2. Hopp W.J., Spearman M.L. *Factory Physics*. – Long Grove, IL: Waveland Press, 2011. – 248 p.
3. Ирзаев Г.Х. Обеспечение цифрового технического сервиса и поддержки умного радиоэлектронного производства // Ремонт. Восстановление. Модернизация, 2023. – № 10. – С. 3-7.
4. Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности: монография / под ред. А.И. Боровкова. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. – 492 с.
5. Grieves M. Can the digital twin transform manufacturing. Article / World Economic Forum, 2015 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.weforum.org/agenda/2015/10/can-the-digital-twin-transform-manufacturing/> (дата обращения: 07.05.2025).
6. Прохоров А., Лысачев М. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. – Издание первое, исправленное и дополненное. – М.: ООО «АльянсПринт», 2020. – 401 с.
7. Zheng Y., Yang S., Cheng H. An application framework of digital twin and its case study // Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 2019. – Vol. 10. – № 3. – P. 1-13. – DOI: 10.1007/s12652-018-0911-3.
8. Freeman H. Streaming Analytics 101: The What, Why, and How. Available online. Article / DataVersiti // Education Resources For Use & Management of Data. – April, 2016. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.dataversity.net/streaming-analytics-101/> (дата обращения: 02.04.2025).
9. Lu Y., Xu X. Cloud-based manufacturing equipment and big data analytics to enable on-demand manufacturing services // Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2019. – Vol. 57. – P. 92-102. – DOI:10.1016/j.rcim.2018.11.006.
10. Nikolakis N. et al. The digital twin implementation for linking the virtual representation of human-based production tasks to their physical counterpart in the factory-floor / N. Nikolakis, K. Alexopoulos, E. Xanthakis, G. Chryssolouris // International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 2018. – Vol. 31. – P. 1-12. – DOI: 10.1080/0951192X.2018.1529430.
11. Faubel L., Schmid K., Eichelberger H. MLOps Challenges in Industry 4.0 // SN Computer Science, 2023. – Vol. 4. – P. 828. – DOI: 10.1007/s42979-023-02282-2.
12. Damjanovic-Behrendt V., Behrendt W. An open source approach to the design and implementation of digital twins for smart manufacturing // International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 2019. – Vol. 32. – P. 1-19. – DOI:10.1080/0951192X.2019.1599436.
13. Ding K. et al. Defining a digital twin-based cyber-physical production system for autonomous manufacturing in smart shop floors / K. Ding, F.T.S. Chan, X. Zhang, G. Zhou, F. Zhang // International Journal of Production Research, 2019. – Vol. 1. – № 1. – P. 1-23. – DOI: 10.1080/00207543.2019.1566661.
14. Wang W., Zhang Y., Zhong R.Y. A proactive material handling method for CPS enabled shop-floor // Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2020. – Vol. 61. – P. 101849. – DOI: 10.1016/j.rcim.2019.101849.
15. Rojko A. Industry 4.0 concept: Background and overview // International Journal of Interactive Mobile Technologies, 2017. – Vol. 11. – № 5. – P. 77-90. – DOI: 10.3991/ijim.v11i5.7072.

16. Dudin A.N., Klimenok V.I., Vishnevsky V.M. The theory of queuing systems with correlated flows. – Switzerland AG: Springer Nature, 2020. – 410 p.

Адеева Марьям Гасанагаевна

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», Республика Дагестан,
г. Махачкала
Кандидат экономических наук, доцент
E-mail: adeevamg@mail.ru

Гаджиева Наира Альбертовна

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», Республика Дагестан,
г. Махачкала
Кандидат экономических наук, доцент
E-mail: amgadzhiev@mail.ru

Гаджиева Наида Магомедовна

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», Республика Дагестан,
г. Махачкала
Кандидат экономических наук, доцент
E-mail: gnm-19@mail.ru

Ирзаев Гамид Хайбулаевич

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет» Республика Дагестан,
г. Махачкала
Кандидат технических наук, доцент
Тел.: 8 (8722) 62-06-32
E-mail: irzajev@mail.ru

M.G. ADEEVA (*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor*)

N.A. GADZHIEVA (*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor*)

N.M. GADZHIEVA (*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor*)

G.X. IRZAEV (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor*)
Dagestan State Technical University, Dagestan, Makhachkala

**AN APPROACH TO CREATING COMPREHENSIVE SIMULATION MODELS
OF DIGITAL TWINS FOR SEMICONDUCTOR DEVICE PRODUCTION**

One of the solutions to the problems of semiconductor production associated with the organization of continuous supply of materials and components to production equipment is the implementation of digital production Industry 4.0 at the enterprise using digital twins. The concept of automatic generation of a simulation model of a digital twin, intelligent data analysis and machine learning for analyzing production data, as well as a flexible structure for modeling material flows of semiconductor production is proposed.

Keywords: *simulation model; process modeling; resource modeling; semiconductor production; digital twin; digital production.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Jelektronnaja promyshlennost' (rynok Rossii): sostojanie, tendencii, perspektivy // TADVISER. Gosudarstvo. Biznes. Tehnologii: sajt, 2025 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.tadviser.ru/index.php> (data obrashhenija: 02.06.2025).
2. Hopp W.J., Spearman M.L. Factory Physics. – Long Grove, IL: Waveland Press, 2011. – 248 p.
3. Irzaev G.H. Obespechenie cifrovogo tehničeskogo servisa i podderzhki umnogo radiojelektronnogo proizvodstva // Remont. Vosstanovlenie. Modernizacija, 2023. – № 10. – S. 3-7.
4. Cifrovye dvojniki v vysokotehnologichnoj promyshlennosti: monografija / pod red. A.I. Borovkova. – SPb.: POLITEH-PRESS, 2022. – 492 s.

5. Grieves M. Can the digital twin transform manufacturing. Article / World Economic Forum, 2015 [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://www.weforum.org/agenda/2015/10/can-the-digital-twin-transform-manufacturing/> (data obrashhenija: 07.05.2025).
6. Prohorov A., Lysachev M. Cifrovoy dvojniki. Analiz, trendy, mirovoj opyt. – Izdanie pervoe, ispravlennoe i dopolnennoe. – M.: ООО «AI'jansPrint», 2020. – 401 s.
7. Zheng Y., Yang S., Cheng H. An application framework of digital twin and its case study // Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 2019. – Vol. 10. – № 3. – P. 1-13. – DOI: 10.1007/s12652-018-0911-3.
8. Freeman H. Streaming Analytics 101: The What, Why, and How. Available online. Article / DataVersiti // Education Resources For Use & Management of Data. – April, 2016. [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://www.dataversity.net/streaming-analytics-101/> (data obrashhenija: 02.04.2025).
9. Lu Y., Xu X. Cloud-based manufacturing equipment and big data analytics to enable on-demand manufacturing services // Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2019. – Vol. 57. – P. 92-102. – DOI:10.1016/j.rcim.2018.11.006.
10. Nikolakis N. et al. The digital twin implementation for linking the virtual representation of human-based production tasks to their physical counterpart in the factory-floor / N. Nikolakis, K. Alexopoulos, E. Xanthakis, G. Chryssolouris // International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 2018. – Vol. 31. – P. 1-12. – DOI: 10.1080/0951192X.2018.1529430.
11. Faubel L., Schmid K., Eichelberger H. MLOps Challenges in Industry 4.0 // SN Computer Science, 2023. – Vol. 4. – P. 828. – DOI: 10.1007/s42979-023-02282-2.
12. Damjanovic-Behrendt V., Behrendt W. An open source approach to the design and implementation of digital twins for smart manufacturing // International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 2019. – Vol. 32. – P. 1-19. – DOI:10.1080/0951192X.2019.1599436.
13. Ding K. et al. Defining a digital twin-based cyber-physical production system for autonomous manufacturing in smart shop floors / K. Ding, F.T.S. Chan, X. Zhang, G. Zhou, F. Zhang // International Journal of Production Research, 2019. – Vol. 1. – № 1. – P. 1-23. – DOI: 10.1080/00207543.2019.1566661.
14. Wang W., Zhang Y., Zhong R.Y. A proactive material handling method for CPS enabled shop-floor // Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2020. – Vol. 61. – P. 101849. – DOI: 10.1016/j.rcim.2019.101849.
15. Rojko A. Industry 4.0 concept: Background and overview // International Journal of Interactive Mobile Technologies, 2017. – Vol. 11. – № 5. – P. 77-90. – DOI: 10.3991/ijim.v11i5.7072.
16. Dudin A.N., Klimenok V.I., Vishnevsky V.M. The theory of queuing systems with correlated flows. – Switzerland AG: Springer Nature, 2020. – 410 r.

УДК 519.6

Г.И. ГОЛИКОВ, Е.А. КОННИКОВ,
Е.И. ОБУХОВА, П.А. ПОЛЯКОВ, Д.Г. РОДИОНОВ

РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГО-КЛИМАТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ

В статье рассматривается разработка и апробация аппаратно-программного комплекса для мониторинга и оптимизации микроклимата в производственных помещениях. Комплекс включает сеть автономных устройств на базе ESP32, оснащенных датчиками DHT11 и BMP280, а также серверную часть для сбора, обработки и анализа данных. Разработанная система обеспечивает непрерывный контроль температуры, влажности и давления, а также автоматическую корректировку параметров для повышения энергоэффективности. В рамках апробации проведены тестирования в реальных производственных условиях, подтверждена эффективность алгоритмов оптимизации. Предложенная архитектура позволяет масштабировать систему в зависимости от особенностей объекта и технологических процессов, интегрируя ее в цифровую инфраструктуру предприятия.

Ключевые слова: энерго-климатический профиль; мониторинг микроклимата; автоматизированное управление; промышленная оптимизация; управление энергопотреблением; ESP32; беспроводные датчики; сенсорные сети.

© Голиков Г.И., Конников Е.А., Обухова Е.И., Поляков П.А., Родионов Д.Г., 2025

Результаты получены при финансовой поддержке Российской Федерации в лице Министерства науки и высшего образования в процессе реализации проекта «Управление устойчивым развитием промышленных структур в рамках концепции вода-энергия-продовольствие» (соглашение № 075-15-2024-673).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ускин М.С. Мониторинг микроклимата помещений на основе микроконтроллера NXP JN5148. – Научный журнал исследований, 2014.
2. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). (n.d.). – ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.
3. International Organization for Standardization (ISO) (2005). ISO 7730: Ergonomics of the Thermal Environment – Analytical Determination and Interpretation of Thermal Comfort Using Calculation of the PMV and PPD Indices.
4. Espressif Systems. ESP32 Technical Reference Manual (Version 4.1), 2023 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.espressif.com/>
5. Ильгам Р.Л. Стандарты и технологии беспроводных сетей связи ближнего радиуса действия // Труды МАИ, 2022. – № 124.
6. Документация по ESP32 и сенсорам (DHT11, BMP280) [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.espressif.com/>.
7. Питание ESP32 от аккумулятора 18650 [Электронный ресурс]. – URL: <https://voltage.ru/esp32-battery-power/>.
8. Библиотеки для работы с ESP32 в среде Arduino IDE [Электронный ресурс]. – URL: <https://github.com/espressif/arduino-esp32>.
9. Метод Nelder-Mead в оптимизации параметров [Электронный ресурс]. – URL: https://www.scilab.org/doc/nelder-mead_

Голиков Глеб Игоревич

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург
Исследователь НИЛ «Политех – Инвест»
Тел.: 8 (812) 775-05-30 (доб. 3527)
E-mail: delovoy@ggolikov.ru

Конников Евгений Александрович

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург
Кандидат экономических наук, доцент Высшей инженерно-экономической школы
Тел.: 8 (812) 775-05-30 (доб. 3527)
E-mail: konnikov.evgeniy@gmail.com

Обухова Елена Игоревна

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург
Лаборант НИЛ «Политех – Инвест»
Тел.: 8 (812) 775-05-30 (доб.3527)
E-mail: elen.wat@yandex.ru

Поляков Прохор Александрович

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург
Лаборант НИЛ «Политех – Инвест»
Тел.: 8 (812) 775-05-30 (доб 3527)
E-mail: prohor_life@yahoo.com

Родионов Дмитрий Григорьевич

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург
Доктор экономических наук, профессор, директор Высшей инженерно-экономической школы
Тел.: 8 (812) 775-05-30 (доб. 3527)
E-mail: rodion_dm@mail.ru

G.I. GOLIKOV (*Researcher at the Research Laboratory «Polytech-Invest»*)

E.A. KONNIKOV (*Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor of the Graduate School of Industrial Economics*)

E.I. OBUXOVA (*Laboratory Assistant of the Research Laboratory «Polytech-Invest»*)

P.A. POLYAKOV (*Laboratory Assistant of the Research Laboratory «Polytech-Invest»*)

D.G. RODIONOV (*Doctor of Economic Sciences, Professor,
Director of the Graduate School of Industrial Economics
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg*)

**DEVELOPMENT OF A HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX
FOR OPTIMIZING THE ENERGY-CLIMATIC PROFILE OF AN INDUSTRIAL FACILITY**

This paper presents the development and testing of a hardware-software complex for monitoring and optimizing the microclimate in industrial facilities. The system comprises a network of autonomous ESP32-based devices, equipped with DHT11 and BMP280 sensors, along with a server-side module for data collection, processing, and analysis. The developed system ensures continuous monitoring of temperature, humidity, and pressure, as well as automatic parameter adjustment to enhance energy efficiency. The experimental validation was conducted in real industrial conditions, confirming the effectiveness of the optimization algorithms. The proposed architecture is scalable, allowing adaptation to different facility configurations and technological processes, seamlessly integrating into the enterprise's digital infrastructure.

Keywords: *energy-climatic profile; microclimate monitoring; automated control; industrial optimization; energy management; ESP32; wireless sensors; sensor networks.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Uskin M.S. Monitoring mikroklimata pomeshhenij na osnove mikrokontrollera NXP JN5148. – Nauchnyj zhurnal issledovanij, 2014.
2. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). (n.d.). – ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.
3. International Organization for Standardization (ISO) (2005). ISO 7730: Ergonomics of the Thermal Environment – Analytical Determination and Interpretation of Thermal Comfort Using Calculation of the PMV and PPD Indices.
4. Espressif Systems. ESP32 Technical Reference Manual (Version 4.1), 2023 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.espressif.com/>
5. Il'gam R.L. Standarty i tehnologii besprovodnyh setej svjazi blizhnego radiusa dejstvija // Trudy MAI, 2022. – № 124.
6. Dokumentacija po ESP32 i sensoram (DHT11, BMP280) [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://docs.espressif.com/>.
7. Pitanie ESP32 ot akkumuljatora 18650 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://voltiq.ru/esp32-battery-power/>.
8. Biblioteki dlja raboty s ESP32 v srede Arduino IDE [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://github.com/espressif/arduino-esp32>.
9. Metod Nelder-Mead v optimizacii parametrov [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.scilab.org/doc/nelder-mead>.

УДК 656.2+681.51

А.И. ДОЛГИЙ, О.А. ИВАЩУК, А.М. ОЛЬШАНСКИЙ, Е.Н. РОЗЕНБЕРГ

ОБ ЭВОЛЮЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПОДХОДОВ К АВТОМАТИЧЕСКОМУ УПРАВЛЕНИЮ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТОЙ НА ТРАНСПОРТЕ

В статье рассматриваются основные подходы к построению интеллектуальных решений в области управления эксплуатационной работой на транспорте, приводится обзор основных результатов и предлагается принципиальная схема нейросетевого управления с модифицируемой целью.

Ключевые слова: транспортные системы; железнодорожный транспорт; автоматизация; искусственные нейронные сети.

© Долгий А.И., Иващук О.А., Ольшанский А.М., Розенберг Е.Н., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терехов В.А., Ефимов Д.В., Тюкин И.Ю. Нейросетевые системы управления. – М., Высшая школа, 2002. – 183 с.
2. Разработка теории нейросетевого управления железнодорожными транспортными системами. Проект РФФИ 17-20-01065. Отчет. Год 2107/2018., издание внутреннее. – М., НИИАС, 2018. – 80 с., с прил. Рег.№ ФГАНУ ЦИТиС АААА-А17-117091370009-6 от 17.09.2017
3. Лысыков М. Г., Ольшанский А.М., Розенберг Е.Н. и др. Система для управления работой участка железной дороги с построением единого расписания. Патент РФ №2742959.
4. Розенберг Е.Н., Озеров А.В. и др. Устройство построения прогнозных графиков движения поездов на основе методов обработки больших данных. Патент РФ №2753989.
5. Big Data based Timetable Management (BDTM). Отчет «Управление графиком движения на основе больших данных». Разработка АО «НИИАС» под эгидой УСИ/(МСЖД). № контракта 3RASISTUDIES-1, издание внутреннее. – М., НИИАС, 2020.
6. Розенберг Е.Н. Общие подходы к доказательству безопасности автономных систем // Автоматика, Связь, Информатика, 2022. – № 1. – С. 2-9.
7. Toyama A. et al. Railway Traffic Management Systems by Machine Learning. Recovery from Traffic Timetable Disruption by Hybrid AI / A. Toyama, Y. Kobayashi, Y. Kazama, H. Yoshida, K. Tomita // Digital Transformation of Operational Technology, 2021. – Vol.70. – №5. – Hitachi Review. – Vol. 70. – № 5. – P. 598-599 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.hitachi.com/rev/archive/2021/r2021_05/05a10/index.html.
8. Дилигенская А.Н., Самокиш А.В. Параметрическая идентификация в обратных задачах теплопроводности в условиях интервальной неопределенности на основе нейронных сетей // Вестник Самарского государственного технического университета. – Серия: Технические науки, 2020. – Т. 28. – № 4(68). – С. 6-18.
9. Nauck, S. Нейронные сети: полный курс; пер. с англ. – 2-е издание. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с. – ISBN 5-8459-0890-6(рус).
10. Olshansky A.M., Rozenberg Ye.N. Some approaches to improving the quality of artificial neural network training [Электронный ресурс]. – URL:<http://ceur-ws.org/Vol-2667/paper7.pdf//2020>.

Долгий Александр Игоревич

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте (АО «НИИАС»)), г. Москва

Кандидат технических наук, генеральный директор

Тел.: 8 (495) 967-77-01

E-mail: info@vniias.ru

Иващук Ольга Александровна

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

Доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой информационных и робототехнических систем

Тел.: 8 (4722) 30-13-76

E-mail: ivaschuk@bsu.edu.ru

Ольшанский Алексей Михайлович

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте (АО «НИИАС»)), г. Москва

Кандидат технических наук, начальник Центра математического компьютерного моделирования и когнитивных исследований

Тел.: 8 (495) 262-88-83, доб.13610

E-mail: a.olshanskiy@vniias.ru

Розенберг Ефим Наумович

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте (АО «НИИАС»)), г. Москва

Доктор технических наук, профессор, первый заместитель генерального директора

Тел.: 8 (495) 967-77-01

E-mail: info@vniias.ru

A.I. DOLGIJ (*Candidate of Engineering Sciences, General Director*)
*Joint Stock Company Research and Design Institute for Information Technology,
Signalling and Telecommunications in Railway Transportation (JSC NIAS), Moscow*

O.A. IVASHhUK (*Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Head of Information and Robotics Systems Department*)
Belgorod State National Research University, Belgorod

A.M. OL'ShANSKIJ (*Candidate of Engineering Sciences,
Head of Center of Computer Mathematical Modelling and Cognitive Researches*)

E.N. ROZENBERG (*Doctor of Engineering Sciences, Professor, First Deputy General Director*)
*Joint Stock Company Research and Design Institute for Information Technology,
Signalling and Telecommunications in Railway Transportation (JSC NIAS), Moscow*

**ABOUT EVOLUTION OF INTELLIGENCE APPROACH
TO AUTOMATION CONTROL OF TRANSPORT OPERATION**

The article is devoted to the review of principal results and approaches in the sphere of automation transport operation using intelligence systems, the key results are described and a new structural design of ANN-control with variable and modifiable control aim is presented.

Keywords: *transport systems; railway transport; automation; artificial neural networks.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Terehov V.A., Efimov D.V., Tjukin I.Ju. Nejrosetevye sistemy upravlenija. – M., Vysshaja shkola, 2002. – 183 s.
2. Razrabotka teorii nejrosetevogo upravlenija zheleznodorozhnymi transportnymi sistemami. Proekt RFFI 17-20-01065. Otchet. God 2107/2018., izdanie vnutrennee. – M., NIIS, 2018. – 80 s., s pril. Reg.№ FGANU CITiS AAAA-A17-117091370009-6 ot 17.09.2017
3. Lysikov M. G., Ol'shanskij A.M., Rozenberg E.N. i dr. Sistema dlja upravlenija rabotoj uchastka zheleznoj dorogi s postroeniem edinogo raspisanija. Patent RF №2742959.
4. Rozenberg E.N., Ozerov A.V. i dr. Ustrojstvo postroenija prognoznyh grafikov dvizhenija poezdov na osnove metodov obrabotki bol'shih dannyh. Patent RF №2753989.

5. Big Data based Timetable Management (BDTM). Otchet «Upravlenie grafikom dvizhenija na osnove bol'shih dannyh». Razrabotka AO «НИАС» pod jegidoj UCI/(MSZhd). № контракта 3RASISTUDIES-1, izdanie vnutrennee. – М., НИАС, 2020.
6. Rozenberg E.N. Obshhie podhody k dokazatel'stvu bezopasnosti avtonomnyh sistem // Avtomatika, Svjaz', Informatika, 2022. – № 1. – S. 2-9.
7. Toyama A. et al. Railway Traffic Management Systems by Machine Learning. Recovery from Traffic Timetable Disruption by Hybrid AI / A. Toyama, Y. Kobayashi, Y. Kazama, H. Yoshida, K. Tomita // Digital Transformation of Operational Technology, 2021. – Vol.70. – №5. – Hitachi Review. – Vol. 70. – № 5. – P. 598-599 [Elektronnyj resurs]. – URL: https://www.hitachi.com/rev/archive/2021/r2021_05/05a10/index.html.
8. Diligenskaja A.N., Samokish A.V. Parametricheskaja identifikacija v obratnyh zadachah teploprovodnosti v uslovijah interval'noj neopredelennosti na osnove nejronnyh setej // Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. – Serija: Tehničeskie nauki, 2020. – T. 28. – № 4(68). – S. 6-18.
9. Haykin, S. Nejrornyie seti: polnyj kurs; per. s angl. – 2-e izdanie. – М.: Izdatel'skij dom «Vil'jams», 2006. – 1104 s. – ISBN 5-8459-0890-6(rus).
10. Olshansky A.M., Rozenberg Ye.N. Some approaches to improving the quality of artificial neural network training [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2667/paper7.pdf//2020>.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

УДК 004.42

Т.Ю. ВОЙТЕНКО, П.А. ЕГАРМИН, А.В. ФИРЕР, П.А. ШЕЛКУНОВ

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СКАТЕРТИ УЛАМА
НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON

Большинство вопросов, связанных с простыми числами, касается их распределения в натуральном ряду. Распределение натуральных чисел по спирали приводит к очень интересным и неожиданным результатам, касающимся расположения простых чисел. Цель исследования – разработать алгоритм для визуализации скатерти Улама на языке программирования Python, выявить геометрические закономерности распределения простых чисел на скатерти Улама.

Разработка алгоритма для генерации скатерти Улама на языке Python осуществляется с применением библиотек NumPy и Matplotlib. Приводятся алгоритм и результаты программной реализации, демонстрирующие геометрические закономерности в распределении простых и составных чисел, отмечается отличие от случайных распределений. Особое внимание уделяется линиям, образованными некоторыми квадратичными полиномами, а также многочленам, генерирующим высокую плотность простых чисел (полиному Эйлера).

Ключевые слова: *распределение простых чисел; визуализация; скатерть Улама; Python; квадратичные полиномы.*

© Войтенко Т.Ю., Егармин П.А., Фирер А.В., Шелкунов П.А., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крэндэлл Р., Померанс К. Простые числа: Криптографические и вычислительные аспекты; пер. с англ; под ред. и с предисл. В.Н. Чубарикова. – М.: УРСС: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011 г. – 664 с.
2. Карпушина Н.М. Простота и красота. – Математика в школе, 2023. – № 3. – С. 79-81. – DOI: 10.47639/0130-9358_2023_3_79.
3. Gardner M. Mathematical Games. – Scientific American Magazine, 1964. – Vol. 210. – № 3. – P. 120-128. – DOI: 10.1038/scientificamerican0364-120.
4. Vicente Jara-Vera, Carmen Sánchez-Ávila. Distribution of adjacent prime numbers in the Ulam spiral. – Engineering Computations, 2021. – Vol. 38. – P. 1633-1651 [Электронный ресурс]. –

URL: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ec-09-2019-0402/full/html?skipTracking=true> (дата обращения 03.05.2025). – DOI: 10.1108/EC-09-2019-0402.

5. Orłowski A., Chmielewski L.J. Ulam Spiral, Prime-Rich Polynomials. Computer Vision and Graphics. – ICCVG 2018. – Lecture Notes in Computer Science(), 2018. – Vol. 11114. – P. 522–533 [Электронный ресурс]. – URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-00692-1_45 (дата обращения 03.05.2025). – DOI: 10.1007/978-3-030-00692-1_45.
6. Поршнева С.В. О распределении простых и простых чисел-близнецов на скатерти Улама. – Cloud of Science, 2017. – Т. 4. – № 4. – С. 593–623 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32603283> (дата обращения: 03.05.2025).
7. Пузырьков Д.В., Подрыга В.О., Поляков С.В. Параллельная обработка и визуализация для результатов моделирования методом молекулярной динамики // Труды ИСП РАН, 2016. – Том 28. – Вып. 2. – С. 221–242 (на английском). – DOI:10.15514/ISPRAS-2016-28(2)-15.
8. Смирнов В.А. Новые компетенции социолога в эпоху «больших данных». – Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены, 2015. – № 2(125). – С. 44–54. – DOI: 10.14515/monitoring.2015.2.04.
9. Ефремова А.Н., Полячкова М.А., Васильева Л.В. Средства визуализации данных в скриптах на языке Python // Труды Братского государственного университета. – Серия: Естественные и инженерные науки, 2019. – Т. 2. – С. 62–67 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42652766> (дата обращения: 03.05.2025).
10. Рожков А.В. Многочлен Эйлера и локальное распределение простых чисел // Наука. Информатизация. Технологии. Образование: материалы XVI международной научно-практической конференции (г. Екатеринбург, 27 февраля–03 марта 2023 г.). Екатеринбург: Издательство Российского государственного профессионально-педагогического университета, 2023. – С. 167–177 [Электронный ресурс]. – URL: <https://elar.rsvpu.ru/handle/123456789/42732> (дата обращения: 03.05.2025).

Войтенко Татьяна Юрьевна

Филиал Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева в г. Лесосибирске
Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры гуманитарных и социально-политических дисциплин
Тел.: 8 913 179 77 99
E-mail: tat-voitenko@yandex.ru

Егармин Павел Анатольевич

Филиал Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева в г. Лесосибирске
Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных и технических систем
Тел.: 8 983 611 30 42
E-mail: egarmi@yandex.ru

Фирер Анна Владимировна

Лесосибирский педагогический институт – филиал Сибирского федерального университета, г. Лесосибирск
Кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики, информатики, экономики и естествознания
Тел.: 8 983 164 51 57
E-mail: fivr@yandex.ru

Шелкунов Павел Андреевич

Лесосибирский педагогический институт – филиал Сибирского федерального университета, г. Лесосибирск
Студент
Тел.: 8 913 552 60 88
E-mail: shelkunov.p.a@gmail.com

T.Yu. VOJTENKO (*Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Humanities and Socio-Political Disciplines*)

P.A. EGARMIN (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Information and Technical Systems Branch of the Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev in Lesosibirsk*)

A.V. FIRER (*Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, Computer Science, Economics and Natural Science*)

P.A. ShelKUNOV (*Student*)
Lesosibirsk Pedagogical Institute is a branch of the Siberian Federal University, Lesosibirsk

SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE ULAM SPIRAL USING THE PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE

Most questions related to prime numbers concern their distribution in the natural sequence. The arrangement of natural numbers in a spiral leads to very interesting and unexpected results regarding the distribution of primes. The aim of this study is to develop an algorithm for visualizing the Ulam spiral in the Python programming language and to identify geometric patterns in the distribution of prime numbers within the Ulam spiral.

The algorithm for generating the Ulam spiral in Python is developed using the NumPy and Matplotlib libraries. The study presents the algorithm and the results of its implementation, demonstrating geometric patterns in the distribution of prime and composite numbers, highlighting their deviation from random distributions. Special attention is given to the lines formed by certain quadratic polynomials, as well as to polynomials that generate a high density of primes (such as Euler's polynomial).

Keywords: *distribution of prime numbers; visualization; Ulam Spiral; Python; quadratic polynomials.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Krjendall R., Pomerans K. Prostye chisla: Kriptograficheskie i vychislitel'nye aspekty; per. s angl; pod red. i s predisl. V.N. Chubarikova. – M.: URSS: Knizhnyj dom «LIBROKOM», 2011 g. – 664 s.
2. Karpushina N.M. Prostota i krasota. – Matematika v shkole, 2023. – № 3. – S. 79-81. – DOI: 10.47639/0130-9358_2023_3_79.
3. Gardner M. Mathematical Games. – Scientific American Magazine, 1964. – Vol. 210. – № 3. – P. 120-128. – DOI: 10.1038/scientificamerican0364-120.
4. Vicente Jara-Vera, Carmen Sánchez-Ávila. Distribution of adjacent prime numbers in the Ulam spiral. – Engineering Computations, 2021. – Vol. 38. – P. 1633-1651 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ec-09-2019-0402/full/html?skipTracking=true> (data obrashhenija 03.05.2025). – DOI: 10.1108/EC-09-2019-0402.
5. Orłowski A., Chmielewski L.J. Ulam Spiral, Prime-Rich Polynomials. Computer Vision and Graphics. – ICCVG 2018. – Lecture Notes in Computer Science(), 2018. – Vol. 11114. – P. 522–533 [Jelektronnyj resurs]. – URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-00692-1_45 (data obrashhenija 03.05.2025). – DOI: 10.1007/978-3-030-00692-1_45.
6. Porshnev S.V. O raspredelenii prostyh i prostyh chisel-bliznecov na skaterti Ulama. – Cloud of Science, 2017. – T. 4. – № 4. – S. 593-623 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32603283> (data obrashhenija: 03.05.2025).
7. Puzyr'kov D.V., Podryga V.O., Poljakov S.V. Parallel'naja obrabotka i vizualizacija dlja rezul'tatov modelirovaniya metodom molekularnoj dinamiki // Trudy ISP RAN, 2016. – Tom 28. – Vyp. 2. – S. 221-242 (na anglijskom). – DOI:10.15514/ISPRAS-2016-28(2)-15.
8. Smirnov V.A. Novye kompetencii sociologa v jepohu «bol'shih dannyh». – Monitoring obshhestvennogo mnenija: jekonomicheskie i social'nye peremeny, 2015. – № 2(125). – S. 44–54. – DOI: 10.14515/monitoring.2015.2.04.
9. Efremova A.N., Poljachkova M.A., Vasil'eva L.V. Sredstva vizualizacii dannyh v skriptah na jazyke Python // Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta. – Serija: Estestvennye i inzhenernye nauki, 2019. – T. 2. – S. 62-67 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42652766> (data obrashhenija: 03.05.2025).
10. Rozhkov A.V. Mnogochlen Jejlera i lokal'noe raspredelenie prostyh chisel // Nauka. Informatizacija. Tehnologii. Obrazovanie: materialy XVI mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (g.

Ekaterinburg, 27 fevralja-03 marta 2023 g.). Ekaterinburg: Izdatel'stvo Rossijskogo gosudarstvennogo professional'no-pedagogicheskogo universiteta, 2023. – S. 167-177 [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://elar.rsvpu.ru/handle/123456789/42732> (data obrashhenija: 03.05.2025).

УДК 658.513

О.В. ЖДАНОВА

АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ТРЕБОВАНИЯМИ (ОБЗОР)

В статье представлен обзор программных средств, которые могут использоваться организациями для внедрения и организации процесса управления требованиями, а также приведены ключевые критерии выбора и факторы, которые могут повлиять на выбор инструмента. На примере проекта «Прорыв», реализуемого Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом», показано, как можно решить задачу по выбору программного средства в условиях ограничивающих факторов.

Ключевые слова: проект «Прорыв»; система управления требованиями; программное обеспечение для управления требованиями; критерии выбора программного обеспечения для управления требованиями качество данных; интеграционное решение; экспорт данных.

© Жданова О.В., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 59194-2020 Управление требованиями. Основные положения.
2. ISO/IEC/IEEE 15288:2023 System and software engineering-System life cycle processes.
3. Requirements Management Tool Evaluation Report, 2016 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.incose.org/docs/default-source/working-groups/requirements-wg/rwg_iw2019/2016-seilevel-requirementstool-evaluation-report-final.pdf?sfvrsn=3a0c71c7_2.
4. Top Requirements Management Software Tools 2024 [Электронный ресурс]. – URL: <https://analysttool.com/top-requirements-management-tools-list>.
5. Requirements Management Tool Evaluation Report, 2016 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.incose.org/docs/default-source/working-groups/requirements-wg/rwg_iw2019/2016-seilevel-requirementstool-evaluation-report-final.pdf?sfvrsn=3a0c71c7_2.
6. Matthias Hoffmann, Nikolaus Kühn, Matthias Weber, Margot Bittner. Requirements for Requirements Management Tools // Conference: Requirements Engineering Conference, 2004 // Proceedings. 12th IEEE International [Электронный ресурс]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/4091749_Requirements_Management_Tools/.
7. Luke Henderson «Discover the 10 Best Requirements Management Tools in 2023// February 6, 2024 [Электронный ресурс]. – URL: <https://niftypm.com/blog/requirements-management-tools/>.
8. Haillie Parker 15 of the Best Requirements Management Tools, February 13, 2024 [Электронный ресурс]. – URL: <https://clickup.com/blog/requirements-management-tools/>.
9. 16 Best Requirements Management Software for 2025. Pros and Cons [Электронный ресурс]. – URL: <https://visuresolutions.com/blog/top-requirements-management-software-tools/>.
10. Kayode Adeniyi Feb 21, 2024 A guide to requirements management software [Электронный ресурс]. – URL: <https://blog.logrocket.com/product-management/requirements-management-software-guide/>.
11. María Florencia Santillán. Criteria for the evaluation of requirements management tools supporting, distributed software product line engineering and management, 2015.

12. Top 10 Best Requirements Management (RM) Tools [Электронный ресурс]. – URL: <https://cloudsmallbusinessservice.com/small-business/top-10-best-requirements-management-rm-tools.html>.
13. Top 10 Best Requirements Management (RM) Tools [Электронный ресурс]. – URL: <https://cloudsmallbusinessservice.com/small-business/top-10-best-requirements-management-rm-tools.html>.
14. ISO/IEC TR 2476 Information technology – Systems and software engineering – Guide for requirements engineering tool capabilities.
15. Шестеров Г. Системы управления требованиями: TopTeam Analyst, 2010 // Портал белорусского сообщества бизнес и системных аналитиков [Электронный ресурс]. – URL: <http://analyst.by/articles/topteamanalyst>.
16. Сайт компании ООО «Девпром» [Электронный ресурс]. – URL: <https://devprom.ru/about>.
17. Сайт компании Топ системы [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.tflex.ru/products/docs/rm/>.
18. Сайт компании Неолант [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.neolant-srv.ru/#about>.
19. Сайт СУИД НЕОСИНТЕЗ [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.neolant-srv.ru/product/neosynteZ/>.
20. Проект «Прорыв» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.tvel.ru/activity/project-proryv/?ysclid=ls1glqebak684366750>.
21. Росатом как двигатель отечественного ИТ-импортозамещения [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.digital-energy.ru/2020/12/29/industry/rosatom-kak-dvigatel-otechestvennogo-it-importozamesheniya/>.
22. ГОСТ Р 54593-2011 Национальный стандарт Российской Федерации «Информационные технологии. Свободное программное обеспечение. Общие положения»
23. Сайт W3C, Semantic Web, standards [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.w3.org/standards/semanticweb/>.
24. Жданова О.В., Столяров О.Н. Опыт применения машиночитаемых требований в проектном направлении «Прорыв» // «Информационные технологии в проектировании и производстве», 2023. – № 2. – С. 42-48.
25. Жданова О.В., Столяров О.Н. Применение технологии Semantic Web для управления данными организации и создания цифрового продукта / Информационные технологии в проектировании и производстве», 2024. – № 4. – С. 20-27.
26. Жданова О.В., Столяров О.Н. Создание модуля интеллектуального сравнения текстов требований // Информационные технологии в проектировании и производстве», 2022. – № 4. – С. 50-54.
27. Жданова О.В., Столяров О.Н. «Система управления требованиями как инструмент оценки хода выполнения проекта» / Информационные технологии в проектировании и производстве», 2022. – № 3. – С. 17-20.
28. Жданова О.В., Столяров О.Н. Использование модульного принципа при создании и внедрении информационных систем управления требованиями (обзор) // Информационные технологии в проектировании и производстве», 2024. – № 4. – С. 30-36.

Жданова Оксана Валерьевна

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» г. Северск

Аспирант Северского технологического института

Акционерное общество «Прорыв», г. Москва

Начальник отдела развития информационной модели и системы управления требованиями ЗЯТЦ

Тел.: 8 916 129 82 24

E-mail: OkVaZhdanova@rosatom.ru

O.V. ZhDANOVA (*Post-graduate Student*)
National Research Nuclear University «MEPHI», Seversk
(*Head of Department of Project Information Model and the Requirement Management System Development*)
Joint Stock Company «Proryv», Moscow

ANALYSIS OF THE SOFTWARE TOOLS FOR IMPLEMENTING THE REQUIREMENT MANAGEMENT PROCESS (REVIEW)

The article provides an overview of software tools that can be used to implement and organize the requirements management process, as well as key selection criteria and factors that may influence to the choice of a tool. Using the example of the Proryv project, implemented by the State Atomic Energy Corporation Rosatom, it is shown how to solve the problem of choosing a software tool in conditions of restrictions factors.

Keywords: *Proryv project; requirements management system; requirements management software; criteria for selecting requirements management software; data quality; integration solution; data export.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. GOST R 59194-2020 Upravlenie trebovanijami. Osnovnye polozenija.
2. ISO/IEC/IEEE 15288:2023 System and software engineering-System life cycle processes.
3. Requirements Management Tool Evaluation Report, 2016 [Jelektronnyj resurs]. – URL: https://www.incose.org/docs/default-source/working-groups/requirements-wg/rwg_iw2019/2016-seilevel-requirementstool-evaluation-report-final.pdf?sfvrsn=3a0c71c7_2.
4. Top Requirements Management Software Tools 2024 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://analysttool.com/top-requirements-management-tools-list>.
5. Requirements Management Tool Evaluation Report, 2016 [Jelektronnyj resurs]. – URL: https://www.incose.org/docs/default-source/working-groups/requirements-wg/rwg_iw2019/2016-seilevel-requirementstool-evaluation-report-final.pdf?sfvrsn=3a0c71c7_2.
6. Matthias Hoffmann, Nikolaus Kühn, Matthias Weber, Margot Bittner. Requirements for Requirements Management Tools // Conference: Requirements Engineering Conference, 2004 // Proceedings. 12th IEEE International [Jelektronnyj resurs]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/4091749_Requirements_Management_Tools/.
7. Luke Henderson «Discover the 10 Best Requirements Management Tools in 2023// February 6, 2024 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://niftytm.com/blog/requirements-management-tools/>.
8. Haillie Parker 15 of the Best Requirements Management Tools, February 13, 2024 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://clickup.com/blog/requirements-management-tools/>.
9. 16 Best Requirements Management Software for 2025. Pros and Cons [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://visuresolutions.com/blog/top-requirements-management-software-tools/>.
10. Kayode Adeniyi Feb 21, 2024 A guide to requirements management software [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://blog.logrocket.com/product-management/requirements-management-software-guide/>.
11. María Florencia Santillán. Criteria for the evaluation of requirements management tools supporting, distributed software product line engineering and management, 2015.
12. Top 10 Best Requirements Management (RM) Tools [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://cloudsmallbusinessservice.com/small-business/top-10-best-requirements-management-rm-tools.html>.
13. Top 10 Best Requirements Management (RM) Tools [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://cloudsmallbusinessservice.com/small-business/top-10-best-requirements-management-rm-tools.html>.
14. ISO/IEC TR 2476 Information technology – Systems and software engineering – Guide for requirements engineering tool capabilities.
15. Shesterov G. Sistemy upravlenija trebovanijami: TopTeam Analyst, 2010 // Portal belorusskogo soobshhestva biznes i sistemnyh analitikov [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://analyst.by/articles/topteamanalyst>.
16. Sajt kompanii OOO «Devprom» [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://devprom.ru/about>.
17. Sajt kompanii Top sistemy [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.tfex.ru/products/docs/rm/>.
18. Sajt kompanii Neolant [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.neolant-srv.ru/#about>.
19. Sajt SUID NEOSINTEZ [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.neolant-srv.ru/product/neosynteZ/>.
20. Proekt «Proryv» [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.tvel.ru/activity/project-proryv/?ysclid=ls1glqebak684366750>.
21. Rosatom kak dvigatel' otechestvennogo IT-importozameshenija [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.digital-energy.ru/2020/12/29/industry/rosatom-kak-dvigatel-otchestvennogo-it-importozamesheniya/>.
22. GOST R 54593-2011 Nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii «Informacionnye tehnologii. Svobodnoe programmnoe obespechenie. Obshhie polozenija»
23. Sajt W3C, Semantic Web, standards [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.w3.org/standards/semanticweb/>.

24. Zhdanova O.V., Stoljarov O.N. Opyt primeneniya mashinochitaemykh trebovanij v proektnom napravlenii «Proryv» // «Informacionnye tehnologii v proektirovanii i proizvodstve», 2023. – № 2. – S. 42-48.
25. Zhdanova O.V., Stoljarov O.N. Primenenie tehnologii Semantic Web dlja upravlenija dannymi organizacii i sozdaniya cifrovogo produkta / Informacionnye tehnologii v proektirovanii i proizvodstve», 2024. – № 4. – S. 20-27.
26. Zhdanova O.V., Stoljarov O.N. Sozdanie modulja intellektual'nogo sravnenija tekstov trebovanij // Informacionnye tehnologii v proektirovanii i proizvodstve», 2022. – № 4. – S. 50-54.
27. Zhdanova O.V., Stoljarov O.N. «Sistema upravlenija trebovanijami kak instrument ocenki hoda vypolnenija proekta» / Informacionnye tehnologii v proektirovanii i proizvodstve», 2022. – № 3. – S. 17-20.
28. Zhdanova O.V., Stoljarov O.N. Ispol'zovanie modul'nogo principa pri sozdanii i vnedrenii informacionnykh sistem upravlenija trebovanijami (obzor) // Informacionnye tehnologii v proektirovanii i proizvodstve», 2024. – № 4. – S. 30-36.

УДК 004.415.23

М.И. ЗАРАГАЦКИЙ, А.Г. МУРЛИН, А.В. РУЗАНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДУЛЬНОГО ПОДХОДА ДЛЯ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ WPF-ПРИЛОЖЕНИЙ

Рассматриваются вопросы исследования и анализа перехода от монолитной архитектуры к модульному построению WPF-приложений (Windows Presentation Foundation). Раскрываются основные недостатки монолитного подхода, включая высокую связанность компонентов, чрезмерную нагрузку на слой представления (code-behind), а также сложности при сопровождении и тестировании. В качестве альтернативы рассматривается использование архитектурного паттерна MVVM (Model-View-ViewModel), принципов инверсии управления и внедрения зависимостей. Особое внимание уделяется практическим аспектам модульного проектирования с применением таких инструментов, как DevExpress.MVVM и DI-контейнеры (Dependency Injection).

Ключевые слова: WPF; архитектура приложений; модульность; монолит; MVVM; DevExpress.MVVM; инверсия управления; внедрение зависимостей.

© Зарагацкий М.И., Мурлин А.Г., Рузанов А.В., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Smith J. WPF Apps With The Model-View-ViewModel Design Pattern // MSDN Magazine. – February 2009 [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/archive/msdn-magazine/2009/february/patterns-wpf-apps-with-the-model-view-viewmodel-design-pattern> (дата обращения: 07.05.2025).
2. Esposito D. Microsoft.NET: Architecting Applications for the Enterprise. – 2nd ed. – Redmond: Microsoft Press, 2014. – 600 p.
3. Лапицкий С.В. Проектирование программных систем: архитектура, шаблоны, проектные решения. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. – 480 с. – ISBN 978-5-9963-5124-7.
4. Бояринов С.А. Архитектура программных систем. – СПб.: Питер, 2022. – 320 с. – ISBN 978-5-4461-2345-8.

Зарагацкий Макар Игоревич

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар
Студент
Email: zarmakar10@gmail.com

Мурлин Алексей Георгиевич

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар
Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры института КСиИБ
Email: murlinag@mail.ru

Рузанов Артур Викторович

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар

Студент

Email: ruzanov.artur@list.ru

M.I. ZARAGACzKIJ (*Student*)

A.G. MURLIN (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Information Systems and Programming*)

A.V. RUZANOV (*Student*)

Kuban State Technological University, Krasnodar

A STUDY OF THE MODULAR APPROACH FOR MODERN ARCHITECTURE OF WPF APPLICATIONS

The issues of research and analysis of the transition from monolithic architecture to modular construction of WPF applications (Windows Presentation Foundation) are considered. The main disadvantages of the monolithic approach are revealed, including high connectivity of components, excessive load on the presentation layer (code-behind), as well as difficulties in maintenance and testing. As an alternative, the use of the MVVM (Model-View-ViewModel), architectural pattern, the principles of inversion of control and dependency injection is considered. Special attention is paid to the practical aspects of modular design using tools such as DevExpress.MVVM and DI containers (Dependency Injection).

Keywords: WPF; application architecture; modularity; monolith; MVVM; DevExpress.MVVM; inversion of control; dependency injection.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Smith J. WPF Apps With The Model-View-ViewModel Design Pattern // MSDN Magazine. – February 2009 [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/archive/msdn-magazine/2009/february/patterns-wpf-apps-with-the-model-view-viewmodel-design-pattern> (data obrashhenija: 07.05.2025).
2. Esposito D. Microsoft.NET: Architecting Applications for the Enterprise. – 2nd ed. – Redmond: Microsoft Press, 2014. – 600 p.
3. Lapickij S.V. Proektirovanie programmnyh sistem: arhitektura, shablony, proektnye reshenija. – M.: BINOM. Laboratorija znaniy, 2020. – 480 s. – ISBN 978-5-9963-5124-7.
4. Bojarinov S.A. Arhitektura programmnyh sistem. – SPb.: Piter, 2022. – 320 s. – ISBN 978-5-4461-2345-8.

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

УДК 519.718

С.Ю. АНДРЕЕВ, С.А. КОРНИЛОВ, А.Б. ФОКИН

МЕХАНИЗМЫ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ SDH/SONET И OTN

В телекоммуникационных сетях обеспечение непрерывности доступа пользователей к ресурсам сети с требуемым качеством является одним из основных требований. Это требование достигается за счет обеспечения задач в области анализа надежности сети. В свою очередь надежность телекоммуникационной сети напрямую зависит от применяемых механизмов обеспечения отказоустойчивости. В статье представлен анализ существующих механизмов обеспечения отказоустойчивости телекоммуникационных сетей, построенных на технологиях SDH/SONET и OTN.

Ключевые слова: телекоммуникационная сеть; сеть SDH/SONET; сеть OTN;

© Андреев С.Ю., Корнилов С.А., Фокин А.Б., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 27.102–2021. Надежность объекта. Термины и определения. – Введ. 2022–01–01. – М.: Российский институт стандартизации, 2021. – 40 с.
2. Батенков К.А. Устойчивость сетей связи: монография. – Орел: Академия ФСО России, 2017. – 277 с.
3. Нетес В.А. О нормативных требованиях к надежности сетей электросвязи // Вестник связи, 2022. – № 5. – С. 6-11.
4. Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы. Качество услуг электросвязи: концепции, модели, цели и планирование надежности работы – Термины и определения, связанные с качеством услуг электросвязи: рекомендация МСЭ-Т серии Е. 800 // Сектор стандартизации электросвязи МСЭ, 2008. – 8 с.
5. Шувалов В.П., Егурнов М. М. Резервирование и восстановление в телекоммуникационных сетях // Вестник СибГУТИ, 2012. – № 2. – С. 3-10.
6. Нетес В.А. Ethernet операторского класса: учеб. пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2023. – 128 с.
7. Фокин А.Б., Батенков К.А. Методы защиты передаваемого трафика от влияния аварий на транспортных сетях связи // «СТНО-2022»: сборник трудов V Международного научно-технического форума. – Рязанский государственный радиотехнический университет. – Рязань, 2022. – Т.1. – С. 129-133.
8. Фокин А.Б. Метод расчета вероятностей связности (коэффициентов готовности) телекоммуникационной сети, поддерживающей механизмы обеспечения отказоустойчивости // Информационные системы и технологии, 2023. – № 4(138). – С. 83-91.
9. Bircan G. et al. Design strategies for meeting unavailability targets using dedicated protection in DWDM networks/ G. Bircan, J. Cannington, E.A. Ortynski, G. Spiride // IEEE/OSA J. Lightwave Technology, 2007. – Vol. 25. – № 5. – P. 1120-1129.
10. Vasseur J.P., Pickavet M., Demeester P. Network Recovery. Protection and Restoration of Optical, SONET-SDH, IP and MPLS. – San Francisco, CA: Elsevier, 2004. – 542 p.
11. Ефимов В.В., Ясинский С.А., Зюзин А.Н. Модификация кольцевых механизмов резервирования для неравномерных потоковых структур транспортных сетей связи // Электросвязь, 2016. – № 12. – С. 68-70.
12. Фокин А.Б., Батенков К.А. Защита трафика в транспортных сетях при авариях с применением методов восстановления и переключения // Общество. Наука. Инновации. НПК-2022: сборник статей XXII Всероссийской научно-практической конференции. – ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет». – Киров, 2022. – С. 268-275.
13. Гольдштейн А.Б., Никитин А.В., Шкрыль А.А. Транспортные сети IP/MPLS. Технология и протоколы: учеб. пособие. – СПб.: СПбГУТ, 2016. – 80 с.

Андреев Сергей Юрьевич

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

Корнилов Сергей Алексеевич

ФГКВБОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел
Кандидат технических наук, сотрудник
Тел.: 8 (4862) 54-98-28
E-mail: korsar-89@bk.ru

Фокин Александр Борисович

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

Кандидат технических наук, сотрудник

Тел.: 8 (4862) 54-98-28

E-mail: tatarin57ru@mail.ru

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

S.A. KORNILOV (*Candidate of Engineering Sciences, Employee*)

A.B. FOKIN (*Candidate of Engineering Sciences, Employee*)

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

FAULT TOLERANCE MECHANISMS IN SDH/SONET AND OTN TELECOMMUNICATION NETWORKS

In telecommunication networks, ensuring uninterrupted user access to network resources with the required quality is one of the primary requirements. This requirement is achieved by addressing tasks related to network reliability analysis. In turn, the reliability of a telecommunication network directly depends on the fault tolerance mechanisms implemented. This paper presents an analysis of existing fault tolerance mechanisms in telecommunication networks based on SDH/SONET and OTN technologies.

Keywords: telecommunication network; SDH/SONET network; OTN network; fault tolerance; protection switching; dynamic restoration.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. GOST R 27.102–2021. Nadezhnost' ob#ekta. Terminy i opredelenija. – Vved. 2022–01–01. – M.: Rossijskij institut standartizacii, 2021. – 40 s.
2. Batenkov K.A. Ustojchivost' setej svjazi: monografija. – Orel: Akademija FSO Rossii, 2017. – 277 s.
3. Netes V.A. O normativnyh trebovanijah k nadezhnosti setej jelektrosvjazi // Vestnik svjazi, 2022. – № 5. – S. 6-11.
4. Obshhaja jekspluatacija seti, telefonnaja sluzhba, funkcionirovanie sluzhb i chelovecheskie faktory. Kachestvo uslug jelektrosvjazi: koncepcii, modeli, celi i planirovanie nadezhnosti raboty – Terminy i opredelenija, svjazannye s kachestvom uslug jelektrosvjazi: rekomendacija MSJe-T serii E. 800 // Sektor standartizacii jelektrosvjazi MSJe, 2008. – 8 s.
5. Shuvalov V.P., Egurnov M. M. Rezervirovanie i vosstanovlenie v telekommunikacionnyh setjah // Vestnik SibGUTI, 2012. – № 2. – S. 3-10.
6. Netes V.A. Ethernet operatorskogo klassa: ucheb. posobie dlja vuzov. – M.: Gorjachaja linija – Telekom, 2023. – 128 s.
7. Fokin A.B., Batenkov K.A. Metody zashhity peredavaemogo trafika ot vlijanija avarij na transportnyh setjah svjazi // «STNO-2022»: sbornik trudov V Mezhdunarodnogo nauchno-tehnicheskogo foruma. – Rjazanskij gosudarstvennyj radiotekhnicheskij universitet. – Rjazan', 2022. – T.1. – S. 129-133.
8. Fokin A.B. Metod rascheta verojatnostej svjaznosti (kojeficientov gotovnosti) telekommunikacionnoj seti, podderzhivajushhej mehanizmy obespechenija otkazoustojchivosti // Informacionnye sistemy i tehnologii, 2023. – № 4(138). – S. 83-91.
9. Bircan G. et al. Design strategies for meeting unavailability targets using dedicated protection in DWDM networks/ G. Bircan, J. Cannington, E.A. Ortynski, G. Spiride // IEEE/OSA J. Lightwave Technology, 2007. – Vol. 25. – № 5. – P. 1120-1129.
10. Vasseur J.P., Pickavet M., Demeester P. Network Recovery. Protection and Restoration of Optical, SONET-SDH, IP and MPLS. – San Francisco, CA: Elsevier, 2004. – 542 p.
11. Efimov V.V., Jasinskij S.A., Zjuzin A.N. Modifikacija kol'cevnyh mehanizmov rezervirovanija dlja neravnomernykh potokovykh struktur transportnyh setej svjazi // Jelektrosvjaz', 2016. – № 12. – S. 68-70.
12. Fokin A.B., Batenkov K.A. Zashhita trafika v transportnyh setjah pri avarijah s primeneniem metodov vosstanovlenija i perekljuchenija // Obshhestvo. Nauka. Innovacii. NPK-2022: sbornik statej XXII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – FGBOU VO «Vjatskij gosudarstvennyj universitet». – Kirov, 2022. – S. 268-275.
13. Gol'dshtejn A.B., Nikitin A.V., Shkryl' A.A. Transportnye seti IP/MPLS. Tehnologija i protokoly: ucheb. posobie. – SPb.: SPbGUT, 2016. – 80 s.

УДК 615.47

О.А. ВОРОНИНА, К.А. МЕРКУЛОВ, В.В. МИШИН,
М.О. РЕВЯКИНА, А.В. СЕЛИХОВ, К.С. ХАРЛАНОВА, В.А. ЧАПЧА

ПОРТАТИВНОЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЕ УСТРОЙСТВО РЕГИСТРАЦИИ ВИТАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧЕЛОВЕКА

Настоящая работа посвящена описанию разработанного в молодежной лаборатории молекулярной, трансляционной и цифровой кардиоиммунологии Орловского государственного университета им И.С.Тургенева, портативного программно-аппаратного устройства регистрации жизненно важных показателей человека. Устройство относится к классу индикаторных, предназначено для кратковременной или продолжительной регистрации следующих параметров: артериальное давление, электрокардиограмма, сатурация, частота пульса, температуры и фонокардиографических сигналов. Содержит в своем составе пять базовых датчиков, концентратор с возможностью предварительной обработки данных, модуль связи и модуль управления с входящим в состав блоком памяти. Устройство, посредством модуля связи, может быть подключено к наиболее распространенным сетям и мобильным системам через интерфейсы Wi-Fi и Bluetooth. Устройство может быть интегрировано в современные программные системы, позволяющие на основе многопараметрического анализа сигналов оказывать помощь врачебному персоналу в принятии решений.

Ключевые слова: машинное обучение; портативное устройство; программно-аппаратный комплекс; ЭКГ.

© Воронина О.А., Меркулов К.А., Мишин В.В., Ревякина М.О., Селихов А.В., Харланова К.С., Чапча В.А., 2025

Работа выполнена в ОГУ имени И.С. Тургенева в рамках государственного задания №075-00195-25-05 от 30.05.2025г. на 2025 год и на плановый период 2026 и 2027 годов, проект № FSGN-2024-0007 (1023110800218-7-3.2.4;3.1.3;2.6.1).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Якшина А.Д. Сердечно-сосудистые заболевания в России: обзор статистики. – Наука через призму времени, 2024. – № 1(82). – С. 61-63.
2. Юрченко Н.Ю., Соседов А.И. Оценка перспектив развития мобильной медицины. – Инновации и инвестиции, 2019. – № 5. – С. 298-304. – EDN SJZYGW.
3. Харланова К.С., Селихов А.В., Мишин В.В. Концепция многоканального аппаратно-программного комплекса мониторинга жизненно важных функций человека // Юность и Знания – Гарантия Успеха – 2024: сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции; в 3 т., Курск, 19-20 сентября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 467-470. – EDN CRJATQ.
4. Машкова О.А., Шаклеин В.В., Маркин Ю.В. Методы определения элементов PQRS-комплекса электрокардиограммы // Труды Института системного программирования РАН, 2022. – Т. 34. – № 4. – С. 229-240.
5. Селихов А.В. и др. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2025683567 от 04.09.2025 // А.В. Селихов, В.В. Мишин, М.О. Ревякина, И.А. Снимщикова. – М.: Роспатент, 2023.
6. Рытов М.Ю., Седаков К.А. Анализ возможности применения методики распределения угроз безопасности информации для медицинских учреждений. – Информационные системы и технологии, 2023. – № 5(139). – С.112-119.

Воронина Оксана Александровна

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

Кандидат технических наук, доцент кафедры электроники, радиотехники и систем связи
Тел.: 8 900 484 77 25
E-mail: voronina_o_a@mail.ru

Меркулов Кирилл Алексеевич

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Техник лаборатории молекулярной, трансляционной и цифровой кардиоиммунологии
Тел.: 8 953 477 65 60
E-mail: eriss603@yandex.ru

Мишин Владислав Владимирович

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории молекулярной, трансляционной и цифровой кардиоиммунологии
Тел.: 8 903 882 01 47
E-mail: eriss603@yandex.ru

Ревякина Мария Олеговна

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярной, трансляционной и цифровой кардиоиммунологии
Тел.: 8 920 089 69 90
E-mail: moplotnikova@mail.ru

Селихов Алексей Владимирович

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярной, трансляционной и цифровой кардиоиммунологии
Тел.: 8 900 484 14 97
E-mail: Selihov.ostu@yandex.ru

Харланова Кристина Сергеевна

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Научный сотрудник лаборатории молекулярной, трансляционной и цифровой кардиоиммунологии
Тел.: 8 910 307 12 06
E-mail: hks0312@mail.ru

Чапча Вячеслав Андреевич

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Техник лаборатории молекулярной, трансляционной и цифровой кардиоиммунологии
Тел.: 8 920 089 69 90
E-mail: eriss603@yandex.ru

*O.A. VORONINA (Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Department of Electronics, Radio Engineering, and Communication Systems)*

*K.A. MERKULOV (Engineer-technician at the Laboratory of Molecular,
Translational and Digital Cardioimmunology)*

*V.V. MISHIN (Candidate of Engineering Sciences, Researcher at the Laboratory of Molecular,
Translational and Digital Cardioimmunology)*

*M.O. REVYAKINA (Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Molecular,
Translational and Digital Cardioimmunology)*

*A.V. SELIXOV (Candidate of Engineering Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Molecular,
Translational and Digital Cardioimmunology)*

K.S. XARLANOVA (Researcher at the Laboratory of Molecular, Translational and Digital Cardioimmunology)

**PORTABLE SOFTWARE AND HARDWARE DEVICE FOR REGISTRATION
OF HUMAN VITAL PARAMETERS**

This work is devoted to the description of a portable software and hardware device for recording vital human indicators, developed in the Youth Laboratory of Molecular, Translational, and Digital Cardioimmunology at the Orel State University named after I.S. Turgenev. The device belongs to the class of indicator devices and is designed for short-term or long-term recording of the following parameters: blood pressure, electrocardiogram, saturation, heart rate, temperature, and phonocardiographic signals. It contains five basic sensors, a pre-processing hub, a communication module, and a control module with a built-in memory unit. The device can be connected to common networks and mobile systems via Wi-Fi and Bluetooth interfaces using the communication module. This approach makes the device universal and distinguishes it favorably from the available prototypes. The device can be integrated into modern software systems, allowing medical staff to make decisions based on multi-parameter analysis of signals.

Keywords: machine learning; portable device; software and hardware complex; ECG.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Jakshina A.D. Serdechno-sosudistye zabolevaniya v Rossii: obzor statistiki. – Nauka cherez prizmu vremeni, 2024. – № 1(82). – S. 61-63.
2. Jurchenko N.Ju., Sosodov A.I. Ocenka perspektiv razvitiya mobil'noj mediciny. –Innovacii i investicii, 2019. – № 5. – S. 298-304. – EDN SJZYG V.
3. Harlanova K.S., Selihov A.V., Mishin V.V. Konceptiya mnogokanal'nogo apparatno-programmnogo kompleksa monitoringa zhiznenno vazhnykh funkciy cheloveka // Junost' i Znaniya – Garantija Uspeha – 2024: sbornik nauchnykh statej 11-j Mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchnoj konferencii; v 3 t., Kursk, 19-20 sentjabrja 2024 goda. – Kursk: ZAO «Universitetskaja kniga», 2024. – S. 467-470. – EDN CRJATQ.
4. Mashkova O.A., Shaklein V.V., Markin Ju.V. Metody opredelenija jelementov PQRST-kompleksa jelektrokardiogrammy // Trudy Instituta sistemnogo programirovaniya RAN, 2022. – T. 34. – № 4. – S. 229-240.
5. Selihov A.V. i dr. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM 2025683567 ot 04.09.2025 // A.V. Selihov, V.V. Mishin, M.O. Revjakina, I.A. Snimshhikova. – M.: Rospatent, 2023.
6. Rytov M.Ju., Sedakov K.A. Analiz vozmozhnosti primeneniya metodiki raspredelenija ugroz bezopasnosti informacii dlja medicinskih uchrezhdenij. – Informacionnye sistemy i tehnologii, 2023. – № 5(139). – S.112-119.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

УДК 004.056

М.А. АРЗУМАНОВ

ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ АЛГОРИТМА AES

Данная статья посвящена вопросам оптимизации алгоритма, представленного в стандарте симметричного шифрования AES. Статья вводит в рассмотрение сильные и слабые стороны алгоритма, избыточность отдельных операций, приводит во внимание результаты предыдущих исследователей, рассматривая пути к оптимизации алгоритма в новом разрезе, предлагает один из конкретных способов улучшения производительности алгоритма, задавая общее направление для дальнейших исследований.

Ключевые слова: симметричное шифрование; криптография; оптимизация; AES.

© Арзуманов М.А., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гибадуллин Р.Ф. и др. Ускорение AES шифрования на аппаратно-программной платформе NVIDIA CUDA / Р.Ф. Гибадуллин, А.С. Яковлев, А.А. Новиков, М.Ю. Перухин // Вестник технологического университета, 2017. – № 12. – С. 97-103.
2. Debra L. Cook et al. Cryptographics: Secret key cryptography using graphics cards / Debra L. Cook, John Ioannidis, Angelos D. Keromytis, Jake Luck // In RSA Conference, Cryptographerfs Track (CT-RSA), 2005. – P. 334-350.
3. Owen Harrison, John Waldron. AES encryption implementation and analysis on commodity graphics processing units // In 9th Workshop on Cryptographic Hardware and Embedded Systems (CHES), 2007. – P. 209-226.
4. Svetlin A. Manavski. CUDA compatible GPU as an efficient hardware accelerator for AES cryptography // In IEEE International Conference on Signal Processing and Communication, ICSPC, 2007. – P. 65-66.

Арзуманов Михаил Артурович

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

г. Белгород

Магистрант

Тел.: 8 906 567 51 73

E-mail: mikhailArzumanov@yandex.ru

M.A. ARZUMANOV (*Master Student*)

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

THE WAYS OF AES ALGORITHM OPTIMIZATION

This article devoted to questions of optimization, represented in symmetric-key encryption standard AES. The article introduces into consideration strong and weak sides of the algorithm, redundancy of the individual operations, brings into consideration result of previous researchers, examining the ways to optimization from new positions. The articles offers one of specific way of algorithm performance improvement, giving common direction for the next researches.

Keywords: *symmetric-key encryption; cryptography; optimization; AES.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Gibadullin R.F. i dr. Uskorenie AES shifrovaniya na apparatno-programmnoj platforme NVIDIA CUDA / R.F. Gibadullin, A.S. Jakovlev, A.A. Novikov, M.Ju. Peruhin // Vestnik tehnologicheskogo universiteta, 2017. – № 12. – S. 97-103.
2. Debra L. Cook et al. Cryptographics: Secret key cryptography using graphics cards / Debra L. Cook, John Ioannidis, Angelos D. Keromytis, Jake Luck // In RSA Conference, Cryptographerfs Track (CT-RSA), 2005. – P. 334-350.
3. Owen Harrison, John Waldron. AES encryption implementation and analysis on commodity graphics processing units // In 9th Workshop on Cryptographic Hardware and Embedded Systems (CHES), 2007. – P. 209-226.
4. Svetlin A. Manavski. CUDA compatible GPU as an efficient hardware accelerator for AES cryptography // In IEEE International Conference on Signal Processing and Communication, ICSPC, 2007. – P. 65-66.

УДК 004.056

С.П. БЕЛОВ, Д.И. ГАЙВОРОНСКАЯ, А.В. ГРИГОРЕНКО

РАЗРАБОТКА ПОЛИТИКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАК ОСНОВЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ УГРОЗ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМАХ В РОССИИ

В условиях стремительной цифровизации российской экономики и повсеместного внедрения распределенных информационных систем (РИС) вопросы информационной безопасности приобретают критическое значение. В данной статье рассматриваются подходы к разработке политики информационной безопасности (ИБ) в контексте угроз, специфичных для РИС. Особое внимание уделяется правовым, организационным и техническим мерам, а также применению отечественных решений в условиях импортозамещения. Приводятся рекомендации по построению многоуровневой архитектуры защиты и формированию механизмов обнаружения и предотвращения атак. Делается вывод о необходимости интеграции политики ИБ в стратегическое управление цифровыми трансформациями.

Ключевые слова: информационная безопасность; распределенные системы; политика безопасности; киберугрозы; критическая инфраструктура; импортозамещение; защита данных; ГОСТ; Рубикон; VPN; FW.

© Белов С.П., Гайворонская Д.И., Григоренко А.В., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гостев А.В. Информационная безопасность: учебник. – М.: Юрайт, 2021. – Высшее образование. – 420 с.
2. Лапыгин Ю.Н. Информационная безопасность: учебник для бакалавриата и магистратуры. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2020. – Университеты России. – 427 с.
3. ГОСТ Р 57580.1–2017. Безопасность финансовых (банковских) операций. Защита информации. Общие положения. – Введ. 2018-03-01. – М.: Стандартинформ, 2018. – 20 с.
4. Литвинова Н.В. Политика информационной безопасности: как правильно разработать и внедрить. – Информационная безопасность, 2021. – № 4. – С. 24-29.
5. Зегжда С.А., Степанов А.В. Информационная безопасность распределенных систем. – СПб.: Питер, 2020. – 368 с.
6. ISO/IEC 27001:2022. Information security, cybersecurity and privacy protection – Information security management systems – Requirements. – Geneva: ISO, 2022. – 33 p.
7. Сидоров И.М. Методы оценки и управления рисками в информационной безопасности. – М.: КноРус, 2019. – 312 с.
8. Угрюмова М.А. Разработка политики информационной безопасности в условиях цифровой трансформации // Вестник информационной безопасности, 2022. – № 2. – С. 45-51.
9. Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ (ред. от 01.03.2023) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» // Собрание законодательства РФ, 2006. – № 31 (ч. I). – Ст. 3448.
10. Кузин Е.А., Орлов В.П. Информационная безопасность: защита распределенных вычислительных систем. – М.: Горячая линия – Телеком, 2021. – 256 с.

Белов Сергей Павлович

АНО ВО «Белгородский университет кооперации, экономики и права», г. Белгород
Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационной безопасности
Тел.: 8 980 323 61 04
E-mail: belovssergei@gmail.com

Гайворонская Диана Игоревна

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

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационно-телекоммуникационных систем
и технологий

Тел.: 8 950 714 52 78

E-mail: trubitsyna@bsu.edu.ru

Григоренко Андрей Вячеславович

АНО ВО «Белгородский университет кооперации, экономики и права», г. Белгород

Аспирант кафедры информационной безопасности

Тел.: 8 910 326 81 68

E-mail: an.grigorenko9@yandex.ru

*S.P. BELOV (Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Professor of the Department of Information Security)
Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Belgorod*

*D.I. GAJVORONSKAYa (Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Information and Telecommunication Systems and Technologies)
Belgorod State National Research University, Belgorod*

*A.V. GRIGORENKO (Post-graduate Student)
Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, Belgorod*

**DEVELOPMENT OF INFORMATION SECURITY POLICY
AS A BASIS FOR THREAT PREVENTION IN DISTRIBUTED SYSTEMS IN RUSSIA**

In the context of the rapid digitalization of the Russian economy and the widespread introduction of distributed information systems (DIS), information security issues are becoming critical. This article discusses approaches to the development of information security policy in the context of threats specific to RICE. Special attention is paid to legal, organizational and technical measures, as well as the application of domestic solutions in the context of import substitution. Recommendations are given on building a multi-level protection architecture and developing mechanisms for detecting and preventing attacks. It is concluded that it is necessary to integrate information security policy into the strategic management of digital transformations.

Keywords: *information security; distributed systems; security policy; cyber threats; critical infrastructure; import substitution; data protection; GOST; Rubicon; VPN; FW.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Gostev A.V. Informacionnaja bezopasnost': uchebnik. – М.: Jurajt, 2021. – Vysshee obrazovanie. – 420 s.
2. Lapygin Ju.N. Informacionnaja bezopasnost': uchebnik dlja bakalavriata i magistratury. – 3-e izd., pererab. i dop. – М.: Jurajt, 2020. – Universitety Rossii. – 427 s.
3. GOST R 57580.1–2017. Bezopasnost' finansovyh (bankovskih) operacij. Zashhita informacii. Obshhie polozenija. – Vved. 2018-03-01. – М.: Standartinform, 2018. – 20 s.
4. Litvinova N.V. Politika informacionnoj bezopasnosti: kak pravil'no razrabotat' i vnedrit'. – Informacionnaja bezopasnost', 2021. – № 4. – S. 24-29.
5. Zegzhda S.A., Stepanov A.V. Informacionnaja bezopasnost' raspredeljonnyh sistem. – SPb.: Piter, 2020. – 368 s.
6. ISO/IEC 27001:2022. Information security, cybersecurity and privacy protection – Information security management systems – Requirements. – Geneva: ISO, 2022. – 33 p.
7. Sidorov I.M. Metody ocenki i upravlenija riskami v informacionnoj bezopasnosti. – М.: KnoRus, 2019. – 312 s.
8. Ugrjumova M.A. Razrabotka politiki informacionnoj bezopasnosti v uslovijah cifrovoj transformacii // Vestnik informacionnoj bezopasnosti, 2022. – № 2. – S. 45-51.
9. Federal'nyj zakon ot 27.07.2006 № 149-FZ (red. ot 01.03.2023) «Ob informacii, informacionnyh tehnologijah i o zashhite informacii» // Sobranie zakonodatel'stva RF, 2006. – № 31 (ch. I). – St. 3448.

10. Kuzin E.A., Orlov V.P. Informacionnaja bezopasnost': zashhita raspredelejnyh vychislitel'nyh sistem. – М.: Gorjachaja linija – Telekom, 2021. – 256 s.

УДК 378:004

О.М. ГОЛЕМБИОВСКАЯ, М.Ю. РЫТОВ, А.М. УРЕЦКИЙ

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ГОТОВНОСТИ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ОРГАНИЗАЦИИ К ПРОТИВОДЕЙСТВИЮ
ТАКТИКАМ ЗЛОУМЫШЛЕННИКОВ,
ОСНОВАННЫХ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДОВ OSINT**

В статье рассматривается феномен использования OSINT – разведки из открытых источников злоумышленниками. Предлагается методика оценки готовности информационной системы к противодействию тактикам злоумышленников, основанная на использовании OSINT. Методика позволяет выйти за рамки классического подхода к оценке защищенности информационной системы, учитывая современные реалии построения кибер-атак, в т.ч. целевых АPT-атак, основанных на социальной инженерии, позволяет оценить вероятность успешного применения OSINT-разведки злоумышленником и необходимость внедрения дополнительных средств защиты в соответствии с Техниками злоумышленников из Методики оценки угроз безопасности информации ФСТЭК России и базы знаний MITRE ATT&CK.

Ключевые слова: разведка; открытые источники; информация; OSINT; информационная безопасность.

© Голембиовская О.М., Рытов М.Ю., Урецкий А.М., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Романова Н.Н., Грызунов В.В. Исследование проблемы обеспечения безопасности персональных данных при использовании злоумышленниками OSINT: систематический обзор литературы // Информационные технологии и системы: Управление, экономика, транспорт, право, 2023. – № S2-1. – С. 133-143.
2. Жукова М.Н. Алгоритм применения технологии OSINT для поиска начальных точек сканирования целевой информационной системы // Прикаспийский журнал: Управление и высокие технологии, 2024. – № 4(68).
3. Янгаева М.О., Павленко Н.О. OSINT. Получение криминалистически значимой информации из сети интернет // Алтайский юридический вестник, 2022. – № 2(38). – С. 131-135.
4. Минченко В., Вильдяйкин Г.В. Разведка на основе открытых источников (OSINT) и ее методология в современных реалиях // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы III Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет (Комсомольск-на-Амуре), 2020. – С. 319-322.
5. 2025 Global digital report // Meltwater [Электронный адрес]. – URL: <https://www.meltwater.com/en/global-digital-trends> (дата обращения: 20.04.2025).
6. Кузнецова Н.М., Карлова Т.В., Бекмешов А.В. Решение задачи автоматизации процессов защиты стратегически важных ресурсов предприятия от комплексных кибер-атак на основе анализа тактик злоумышленников // Вестник Брянского государственного технического университета, 2020. – № 7(92). – С. 48-52.
7. Методический документ: «Методика оценки угроз безопасности информации ФСТЭК России» от 05.02.2021 Федеральная служба по техническому и экспортному контролю, 2021 г.

8. Att&ck matrix // MITRE ATT&CK [Электронный адрес]. – URL: <https://attack.mitre.org/> (дата обращения: 20.04.2025).
9. Экспертные оценки // Бизнес-информатика [Электронный адрес]. – URL: <https://it.rfei.ru/course/~Kcye/~NeoS/~avY9?ysclid=m9v980oeja852409447> (дата обращения: 20.04.2025).
10. Захахатнов В.Г., Попов В.М., Афонькина В.А. Функция желательности Харрингтона как критерий оптимального выбора зерносушилки // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2022. – № 2(94). – С. 110-113.

Голембиовская Оксана Михайловна

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», г. Брянск
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы информационной безопасности»
Тел.: 8 (4832) 58-83-55
E-mail: Bryansk-tu@yandex.ru

Рытов Михаил Юрьевич

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», г. Брянск
Доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой «Системы информационной безопасности»
Тел.: 8 (4832) 51-13-77
E-mail: rmy@tu-bryansk.ru

Урецкий Александр Максимович

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», г. Брянск
Аспирант кафедры «Системы информационной безопасности»
E-mail: uretskiyalexander@yandex.ru

*O.M. GOLEMBIOVSKAYA (Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor of the Department of Information Security Systems)*

*M.Yu. RY'TOV (Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Information Security Systems)*

*A.M. URECzKIJ (Post-graduate Student)
Bryansk State Technical University, Bryansk*

**DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR ASSESSING THE READINESS
OF AN ORGANIZATION'S INFORMATION SYSTEMS TO COUNTERACT MALICIOUS
TACTICS BASED ON THE USE OF OSINT METHODS**

The article examines the phenomenon of using OSINT – open source intelligence by attackers. A methodology for assessing the readiness of an information system to counteract attacker tactics based on the use of OSINT is proposed. The methodology allows going beyond the classical approach to assessing the security of an information system, taking into account the modern realities of constructing cyber attacks, including targeted APT attacks based on social engineering, allows assessing the likelihood of successful use of OSINT intelligence by an attacker and the need to implement additional protection tools in accordance with the Attacker Techniques from the Methodology for Assessing Information Security Threats of the FSTEC of Russia and the MITRE ATT&CK knowledge base.

Keywords: *intelligence; open sources; information; OSINT; information security.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Romanova N.N., Gryzunov V.V. Issledovanie problemy obespechenija bezopasnosti personal'nyh dannyh pri ispol'zovanii zloumyshlennikami OSINT: sistematicheskij obzor literatury // Informacionnye tehnologii i sistemy: Upravlenie, jekonomika, transport, pravo, 2023. – № S2-1. – S. 133-143.
2. Zhukova M.N. Algoritm primenenija tehnologii OSINT dlja poiska nachal'nyh toчек skanirovanija celevoj informacionnoj sistemy // Prikaspijskij zhurnal: Upravlenie i vysokie tehnologii, 2024. – № 4(68).
3. Jangaeva M.O., Pavlenko N.O. OSINT. Poluchenie kriminalisticheskij znachimoj informacii iz seti internet // Altajskij juridicheskij vestnik, 2022. – № 2(38). – S. 131-135.

4. Minchenko V., Vil'djajkin G.V. Razvedka na osnove otkrytyh istochnikov (OSINT) i ee metodologija v sovremennyh realijah // Molodezh' i nauka: aktual'nye problemy fundamental'nyh i prikladnyh issledovanij: materialy III Vserossijskoj nacional'noj nauchnoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh. – Komsomol'sk-na-Amure: Komsomol'skij-na-Amure gosudarstvennyj universitet (Komsomol'sk-na-Amure), 2020. – S. 319-322.
5. 2025 Global digital report // Meltwater [Elektronnyj adres]. – URL: <https://www.meltwater.com/en/global-digital-trends> (data obrashhenija: 20.04.2025).
6. Kuznecova N.M., Karlova T.V., Bekmeshov A.V. Reshenie zadachi avtomatizacii processov zashhity strategicheskij vazhnyh resursov predpriyatija ot kompleksnyh kiber-atak na osnove analiza taktik zloumyshlennikov // Vestnik Brjanskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta, 2020. – № 7(92). – S. 48-52.
7. Metodicheskij dokument: «Metodika ocenki ugroz bezopasnosti informacii FSTJeK Rossii» ot 05.02.2021 Federal'naja sluzhba po tehničeskomu i jekspornomu kontrolju, 2021 g.
8. Att&ck matrix // MITRE ATT&CK [Elektronnyj adres]. – URL: <https://attack.mitre.org/> (data obrashhenija: 20.04.2025).
9. Jekspertnye ocenki // Biznes-informatika [Elektronnyj adres]. – URL: <https://it.rfei.ru/course/~Kcy/~NeoS/~avY9?ysclid=m9v980oeja852409447> (data obrashhenija: 20.04.2025).
10. Zahahatnov V.G., Popov V.M., Afon'kina V.A. Funkcija zhelatel'nosti Harringtona kak kriterij optimal'nogo vybora zernosushilki // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2022. – № 2(94). – S. 110-113.

УДК 004.056.5

Дж. Дж. РАХМАНИ, Г. Д. СТЕПАНОВ, А. А. ХАРЧЕНКО

РЕАЛИЗАЦИЯ РЕГИСТРАЦИИ В ПРИЛОЖЕНИЯХ ЧЕРЕЗ СТОРОННИЕ СЕРВИСЫ

В данной статье всесторонне исследуются современные подходы к реализации регистрации и авторизации пользователей через сторонние сервисы, что является важнейшим аспектом разработки современных веб- и мобильных приложений. Основное внимание уделено комплексному анализу механизмов аутентификации с использованием популярных платформ, таких как Google, Facebook, Apple ID, Яндекс ID и других OAuth-провайдеров, которые стали неотъемлемой частью пользовательского опыта в цифровых продуктах.

В работе подробно рассматриваются ключевые аспекты интеграции внешних сервисов авторизации, включая фундаментальные вопросы информационной безопасности, обеспечения удобства для конечных пользователей и защиты конфиденциальности персональных данных. Особый акцент делается на анализе архитектурных решений, позволяющих эффективно комбинировать различные методы аутентификации в зависимости от специфики проекта и требований к безопасности.

Особое место в исследовании занимает детальный сравнительный анализ различных методов аутентификации, их преимуществ, ограничений и потенциальных рисков, связанных с использованием сторонних сервисов. Авторы рассматривают не только технические аспекты реализации, но и важные практические вопросы, возникающие перед разработчиками при выборе оптимальных решений для приложений различного масштаба и направленности.

Отдельное внимание уделено современным протоколам авторизации и их эволюции, а также их ключевой роли в создании безопасных, надежных и удобных для пользователей систем. В статье анализируются как устоявшиеся практики, так и перспективные направления развития технологий аутентификации.

Статья представляет значительный интерес для широкого круга специалистов в области веб-разработки, мобильной разработки, информационной безопасности и проектирования пользовательских интерфейсов. Представленные материалы исследования могут быть особенно полезны при принятии стратегических решений о выборе способов реализации авторизации в новых проектах и при оптимизации существующих систем аутентификации с учетом современных требований и тенденций

Ключевые слова: аутентификация; авторизация; сторонние сервисы; регистрация пользователей; безопасность; токены доступа; JWT; двухфакторная аутентификация; фишинг; вероятность взлома; шифрование; редирект-атаки.

© Рахмани Дж.Дж., Степанов Г.Д., Харченко А.А., 2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Национальный институт стандартов и технологий (NIST). Digital Identity Guidelines, 2023. – С. 12-15, 52-55.
2. Schneier B. Click Here to Kill Everybody: Security and Survival in a Hyper-Connected World, 2020. – С. 78-82.
3. Fett D., Bradley J., Campbell B. OAuth 2.0 Security Best Current Practice (RFC 8725), 2020. – С. 8-10.
4. OWASP Foundation. Authentication Cheat Sheet, 2023. – С. 5-7, 10-12, 15-17.
5. Li W., Mitchell C.J. Security Analysis of Modern OAuth 2.0 Implementations, 2021. – С. 4-6.
6. Cloud Security Alliance. SSO Implementation Guidelines v3.0, 2023. – С. 25-28.
7. Jones M., Bradley J., Nadalin A. OAuth 2.0 Threat Model and Security Considerations, 2022. – С. 22-25.
8. Yang R., Chen L., Wang H. Security Analysis of Social Login Systems in 2023, 2023. – С. 14-16.
9. Jones M., Bradley J., Sakimura N. JSON Web Token (JWT) Best Current Practices, 2022. – С. 3-5, 5-7.

Рахмани Джахед Джалильевич

Московский технический университет связи и информатики, г. Москва
Старший преподаватель кафедры «Сетевые информационные технологии и сервисы»
Тел.: 8 958 535 44 26
E-mail: j.rahmani@mtuci.ru

Степанов Глеб Денисович

Московский технический университет связи и информатики, г. Москва
Студент
Тел.: 8 961 348 27 71
E-mail: glebka.stepanov.04@mail.ru

Харченко Анна Андреевна

Московский технический университет связи и информатики, г. Москва
Студент
Тел.: 8 909 863 57 70
E-mail: akka.06.2004@gmail.com

Dzh. Dzh. RAXMANI (*Senior Lecturer Department of «Network Information Technologies and Services»*)

G.D. STEPANOV (*Student*)

A.A. XARChENKO (*Student*)

Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow

IMPLEMENTATION OF USER REGISTRATION IN APPLICATIONS THROUGH THIRD-PARTY SERVICES

This article provides a comprehensive study of modern approaches to implementing user registration and authentication through third-party services, which is a critical aspect of developing contemporary web and mobile applications. The primary focus is on a detailed analysis of authentication mechanisms using popular platforms

such as Google, Facebook, Apple ID, Yandex ID, and other OAuth providers, which have become an integral part of the user experience in digital products.

The work thoroughly examines key aspects of integrating external authorization services, including fundamental issues of information security, user convenience, and personal data privacy protection. Special emphasis is placed on analyzing architectural solutions that enable the effective combination of various authentication methods depending on project specifics and security requirements.

A significant part of the research is dedicated to a detailed comparative analysis of different authentication methods, their advantages, limitations, and potential risks associated with using third-party services. The authors explore not only the technical aspects of implementation but also practical challenges developers face when selecting optimal solutions for applications of varying scales and purposes.

Particular attention is given to modern authorization protocols, their evolution, and their crucial role in creating secure, reliable, and user-friendly systems. The article analyzes both established practices and emerging trends in authentication technologies.

This study is of considerable interest to a wide range of specialists in web development, mobile development, information security, and user interface design. The presented research materials can be particularly useful for making strategic decisions about authentication methods in new projects and optimizing existing authentication systems in line with current requirements and trends.

Keywords: authentication; authorization; third-party services; user registration; security; access tokens; JWT; two-factor authentication; phishing; breach probability; encryption; redirect attacks.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Nacional'nyj institut standartov i tehnologij (NIST). Digital Identity Guidelines, 2023. – S. 12-15, 52-55.
2. Schneier B. Click Here to Kill Everybody: Security and Survival in a Hyper-Connected World, 2020. – S. 78-82.
3. Fett D., Bradley J., Campbell B. OAuth 2.0 Security Best Current Practice (RFC 8725), 2020. – S. 8-10.
4. OWASP Foundation. Authentication Cheat Sheet, 2023. – S. 5-7, 10-12, 15-17.
5. Li W., Mitchell C.J. Security Analysis of Modern OAuth 2.0 Implementations, 2021. – S. 4-6.
6. Cloud Security Alliance. SSO Implementation Guidelines v3.0, 2023. – S. 25-28.
7. Jones M., Bradley J., Nadalin A. OAuth 2.0 Threat Model and Security Considerations, 2022. – S. 22-25.
8. Yang R., Chen L., Wang H. Security Analysis of Social Login Systems in 2023, 2023. – S. 14-16.
9. Jones M., Bradley J., Sakimura N. JSON Web Token (JWT) Best Current Practices, 2022. – S. 3-5, 5-7.

УДК 004.056.55

Р.Ю. РУСАКОВИЧ, Е.Ю. САМОФАЛОВ, С.А. ТРОФИМЕНКОВ

ОБЗОР ПЕРСПЕКТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ ПОСТКВАНТОВОЙ КРИПТОГРАФИИ

Возникновение квантовых компьютеров представляет собой новую и значительную угрозу для безопасности данных в интернете. Чтобы противостоять этой угрозе, были разработаны стандарты постквантовой криптографии, которые обеспечивают защиту данных в цифровом мире. Среди наиболее распространенных криптографических схем, которые используются для защиты данных в постквантовом сценарии, следует отметить: схему цифровой подписи CRYSTALS-Dilithium, которая обеспечивает безопасную и надежную защиту данных; схему инкапсуляции ключей CRYSTALS-Kyber, позволяющая надежно хранить и обмениваться ключами; схему Sphincs+, которая обеспечивает безопасную и эффективную защиту данных; схему FALCON, обеспечивающая надежную защиту данных с использованием кристаллической решетки. Эти схемы и другие подобные технологии помогают обеспечивать эффективную защиту данных от квантовых атак и поддерживать надежность информационных систем в будущем.

Ключевые слова: квантовые компьютеры; постквантовые алгоритмы; цифровая подпись.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вонг Д. Реальная криптография, 2024.
2. Клепов А. Шифраторы и радиоразведка. Щит и меч информационного мира, 2021. – Том 1.
3. Зубов А.Ю., Кузьмин А.С., Черемушкин А.В. Основы криптографии, 2005.
4. FIPS 203. Module-Lattice-Based Key-Encapsulation Mechanism Standard (ML-KEM), 2024.
5. FIPS 204. Module-Lattice-Based Digital Signature Standard (ML-DSA), 2024.
6. FIPS 205. Stateless Hash-Based Digital Signature Standard (SLH-DSA), 2024.
7. FIPS 206. FFT over NTRU-Lattice Digital Signature Standard (FN-DSA), 2024.

Русакович Роман Юрьевич

ФГКБОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел
Сотрудник
E-mail: arsidimianov@mail.com

Самофалов Евгений Юрьевич

ФГКБОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел
Сотрудник
E-mail: samofalov.eugen@gmail.com

Трофименков Сергей Андреевич

ФГКБОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел
Кандидат технических наук, сотрудник
E-mail: sergey571@yandex.ru

R. Yu. RUSAKOVICH (*Employee*)

E. Yu. SAMOFALOV (*Employee*)

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

AN OVERVIEW OF PROMISING POST-QUANTUM CRYPTOGRAPHY ALGORITHMS

The emergence of quantum computers poses a new and significant threat to online data security. To counter this threat, a post-quantum cryptography standard has been developed that ensures data protection in the digital world. Among the most common cryptographic schemes that are used to protect data in a post-quantum scenario, it should be noted: The CRYSTALS Dilithium digital signature scheme, which provides secure and reliable data protection; the CRYSTALS-Kyber Key encapsulation scheme, which allows reliable storage and exchange of keys; the Sphincs+ scheme, which provides secure and effective data protection; the Falcon Scheme, which provides reliable data protection using a crystal lattice. These schemes and other similar technologies help to ensure effective protection of data from quantum attacks and maintain the reliability of information systems in the future.

Keywords: *quantum computers; post-quantum algorithms; digital signature.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Vong D. Real'naja kriptografija, 2024.
2. Klepov A. Shifratory i radiorazvedka. Shhit i mech informacionnogo mira, 2021.
 - a. Tom 1.
3. Zubov A.Ju., Kuz'min A.S., Cheremushkin A.V. Osnovy kriptografii, 2005.
4. FIPS 203. Module-Lattice-Based Key-Encapsulation Mechanism Standard (ML-KEM), 2024.
5. FIPS 204. Module-Lattice-Based Digital Signature Standard (ML-DSA), 2024.
6. FIPS 205. Stateless Hash-Based Digital Signature Standard (SLH-DSA), 2024.
7. FIPS 206. FFT over NTRU-Lattice Digital Signature Standard (FN-DSA), 2024.

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 (полуужирный 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.