

ISSN 2221-5182

Импакт-фактор РИНЦ: 0,485

# «НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

№ 1(163) 2025

*Главный редактор*

Тарандо Е.Е.

*Редакционная коллегия:*

**Воронкова Ольга Васильевна**  
**Атабекова Анастасия Анатольевна**  
**Омар Ларук**  
**Левшина Виолетта Витальевна**  
**Малинина Татьяна Борисовна**  
**Беднаржевский Сергей Станиславович**  
**Надточий Игорь Олегович**  
**Снежко Вера Леонидовна**  
**У Сунцзе**  
**Ду Кунь**  
**Тарандо Елена Евгеньевна**  
**Пухаренко Юрий Владимирович**  
**Курочкина Анна Александровна**  
**Гузикова Людмила Александровна**  
**Даукаев Арун Абалханович**  
**Тютюнник Вячеслав Михайлович**  
**Дривотин Олег Игоревич**  
**Запивалов Николай Петрович**  
**Пеньков Виктор Борисович**  
**Джаманбалин Кадыргали Коныспаевич**  
**Даниловский Алексей Глебович**  
**Иванченко Александр Андреевич**  
**Шадрин Александр Борисович**

## В ЭТОМ НОМЕРЕ:

### **МАШИНОСТРОЕНИЕ:**

– Машины, агрегаты и технологические процессы

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:**

– Математическое моделирование и численные методы

– Информационная безопасность

### **ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ:**

– Управление качеством продукции.

Стандартизация. Организация производства

– Региональная и отраслевая экономика

– Менеджмент

– Материалы XVIII международной

научно-практической конференции

«Проблемы и возможности современной

науки (цифровые технологии,

антропоцентрические науки)»

Москва 2025

# «НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

Журнал

«Наука и бизнес: пути развития»  
выходит 12 раз в год.

Журнал зарегистрирован  
Федеральной службой по надзору  
за соблюдением законодательства  
в сфере массовых коммуникаций и  
охране культурного наследия  
(Свидетельство ПИ № ФС77-44212).

Учредитель

МОО «Фонд развития науки и  
культуры»

Журнал «Наука и бизнес: пути  
развития» входит в перечень ВАК  
ведущих рецензируемых научных  
журналов и изданий, в которых  
должны быть опубликованы  
основные научные результаты  
диссертации на соискание ученой  
степени доктора и кандидата наук.

Главный редактор

**Е.Е. Тарандо**

Выпускающий редактор

**В.С. Солодова**

Редактор иностранного  
перевода

**Н.А. Гунина**

Инженер по компьютерному  
макетированию

**В.С. Солодова**

**Адрес редакции:**

г. Москва, ул. Малая Переяславская,  
д. 10, к. 26

**Телефон:**

89156788844

**E-mail:**

nauka-bisnes@mail.ru

На сайте

**<http://globaljournals.ru>**

размещена полнотекстовая  
версия журнала.

Информация об опубликованных  
статьях регулярно предоставляется  
в систему Российского индекса  
научного цитирования  
(договор № 2011/30-02).

Перепечатка статей возможна только  
с разрешения редакции.

Мнение редакции не всегда  
совпадает с мнением авторов.

## Экспертный совет журнала

**Тарандо Елена Евгеньевна** – д.э.н., профессор кафедры экономической социологии Санкт-Петербургского государственного университета; тел.: 8(812)274-97-06; E-mail: elena.tarando@mail.ru.

**Воронкова Ольга Васильевна** – д.э.н., профессор, председатель редколлегии, академик РАЕН, г. Санкт-Петербург; тел.: 8(981)972-09-93; E-mail: nauka-bisnes@mail.ru

**Атабекова Анастасия Анатольевна** – д.ф.н., профессор, заведующая кафедрой иностранных языков юридического факультета Российского университета дружбы народов; тел.: 8(495)434-27-12; E-mail: aaatabekova@gmail.com.

**Омар Ларук** – д.ф.н., доцент Национальной школы информатики и библиотек Университета Лиона; тел.: 8(912)789-00-32; E-mail: omar.larouk@enssib.fr.

**Левшина Виолетта Витальевна** – д.т.н., профессор кафедры управления качеством и математических методов экономики Сибирского государственного технологического университета; 8(3912)68-00-23; E-mail: violetta@sibstu.krasnoyarsk.ru.

**Малинина Татьяна Борисовна** – д.социол.н., профессор кафедры социального анализа и математических методов в социологии Санкт-Петербургского государственного университета; тел.: 8(921)937-58-91; E-mail: tatianna\_malinina@mail.ru.

**Беднаржевский Сергей Станиславович** – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности Сургутского государственного университета, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники, академик РАЕН и Международной энергетической академии; тел.: 8(3462)762-812; E-mail: sbed@mail.ru.

**Надточий Игорь Олегович** – д.ф.н., профессор, заведующий кафедрой философии Воронежской государственной лесотехнической академии; тел.: 8(4732)53-70-708, 8(4732)35-22-63; E-mail: inad@yandex.ru.

**Снежко Вера Леонидовна** – д.т.н., профессор, заведующая кафедрой систем автоматизированного проектирования и инженерных расчетов Российского государственного аграрного университета – Московкой сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева; тел.: 8(495)153-97-66, 8(495)153-97-57; E-mail: VL\_Snejko@mail.ru.

**У Сунцзе (Wu Songjie)** – к.э.н., преподаватель Шаньдунского педагогического университета (г. Шаньдун, Китай); тел.: +86(130)21-69-61-01; E-mail: qdwcung@hotmail.com.

**Ду Кунь (Du Kun)** – к.э.н., доцент кафедры управления и развития сельского хозяйства Института кооперации Циндаоского аграрного университета (г. Циндао, Китай); тел.: 89606671587; E-mail: tambovdu@hotmail.com.

# «НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

## научно-практический журнал

**Пухаренко Юрий Владимирович** – д.т.н., член-корреспондент РААСН, профессор, заведующий кафедрой технологии строительных материалов и метрологии Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета; тел.: 89213245908; E-mail: tsik@spbgasu.ru.

**Курочкина Анна Александровна** – д.э.н., профессор, член-корреспондент Международной академии наук Высшей школы, заведующая кафедрой экономики предприятия природопользования и учетных систем Российского государственного гидрометеорологического университета; тел.: 89219500847; E-mail: kurochkinaanna@yandex.ru.

**Морозова Марина Александровна** – д.э.н., профессор, директор Центра цифровой экономики Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина), г. Санкт-Петербург; тел.: 89119555225; E-mail: marina@russiatourism.pro.

**Гузикова Людмила Александровна** – д.э.н., профессор Высшей школы государственного и финансового управления Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург; тел.: 8(911)814-24-77; E-mail: guzikova@mail.ru.

**Даукаев Арун Абалханович** – д.г.-м.н., заведующий лабораторией геологии и минерального сырья Комплексного научно-исследовательского института имени Х.И. Ибрагимова РАН, профессор кафедры физической географии и ландшафтоведения Чеченского государственного университета, г. Грозный (Чеченская Республика); тел.: 89287828940; E-mail: daykaev@mail.ru.

**Тютюнник Вячеслав Михайлович** – к.х.н., д.т.н., профессор, директор Тамбовского филиала Московского государственного университета культуры и искусств, президент Международного Информационного Нобелевского Центра, академик РАЕН; тел.: 8(4752)50-46-00; E-mail: vmt@imb.ru.

**Дривотин Олег Игоревич** – д.ф.-м.н., профессор кафедры теории систем управления электрофизической аппаратурой Санкт-Петербургского государственного университета, г. Санкт-Петербург; тел.: (812)428-47-29; E-mail: drivotin@yandex.ru.

**Запывалов Николай Петрович** – д.г.-м.н., профессор, академик РАЕН, заслуженный геолог СССР, главный научный сотрудник Института нефтегазовой геологии и геофизики Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск; тел.: +7(383)333-28-95; E-mail: ZapivalovNP@ipgg.sbras.ru.

**Пеньков Виктор Борисович** – д.ф.-м.н., профессор кафедры математических методов в экономике Липецкого государственного педагогического университета, г. Липецк; тел.: 89202403619; E-mail: vbpenkov@mail.ru.

**Джаманбалин Кадыргали Коныспаевич** – д.ф.-м.н., профессор, ректор Костанайского социально-технического университета имени академика Зулкарнай Алдамжар, г. Костанай (Республика Казахстан); E-mail: pkkstu@mail.ru.

**Даниловский Алексей Глебович** – д.т.н., профессор кафедры судовых энергетических установок, систем и оборудования Санкт-Петербургского государственного морского технического университета, г. Санкт-Петербург; тел.: (812)714-29-49; E-mail: agdanilovskij@mail.ru.

**Иванченко Александр Андреевич** – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой двигателей внутреннего сгорания и автоматики судовых энергетических установок Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, г. Санкт-Петербург; тел.: (812)321-37-34; E-mail: IvanchenkoAA@gumrf.ru.

**Шадрин Александр Борисович** – д.т.н., профессор кафедры двигателей внутреннего сгорания и автоматики судовых энергетических установок Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, г. Санкт-Петербург; тел.: 321-37-34; E-mail: abshadrin@yandex.ru.

## Содержание

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Математическое моделирование и численные методы

<b>Бычкова Т.В.</b> Модель IDEF0 информационной системы агроформирования.....	10
<b>Гермек В.В., Самсонов Р.О.</b> Критериальный анализ возможностей применения искусственного интеллекта, складывающийся в мировой практике, для повышения эффективности организации строительного производства в России.....	15
<b>Доррер М.Г, Касьянова Е.В.</b> Прототип модуля прогноза успешности обучения студентов на основе результатов оценки универсальных компетенций.....	22
<b>Ларин С.Э., Белаш В.Ю.</b> Роль технологий MapReduce в решении проблем анализа больших данных .....	29
<b>Орешенко Т.Г., Назаров И.В., Чапаева А.С.</b> Разработка схемы бортового нагрузочного устройства .....	33
<b>Орешенко Т.Г., Шамлицкий А.Я.</b> Методика исследования частотных характеристик наномодифицированных материалов .....	38
<b>Рагозина М.А., Цуриков Д.В., Ставцев Д.А., Терпeneв А.В.</b> Технологии обработки данных в реальном времени: роль Big Data в современных технических системах и их влияние на принятие решений .....	43

## Информационная безопасность

<b>Жаров И.С., Денисенко О.И., Янкин Е.А., Целиков И.А.</b> О возможностях использования технологии блокчейн в образовательных организациях ФСИН России.....	47
<b>Каменский Р.С., Семенова Е.Г.</b> Реализация полностью гомоморфного шифрования в облачных вычислениях .....	51
<b>Пласканич К.О., Еркулова А.А., Поначугин А.В.</b> Будущее искусственного интеллекта в школьной кибербезопасности: перспективы и вызовы .....	58
<b>Семенова О.И., Журавлев И.А.</b> Проблемы безопасности в клиент-серверной архитектуре «1С: Предприятие».....	62

## **МАШИНОСТРОЕНИЕ**

### **Машины, агрегаты и технологические процессы**

- Галкин П.А., Полякова Т.В., Вишев Б.В., Тляшева Р.Р.** Оценка сравнительной эффективности различных конструкций теплообменных аппаратов методом CFD-моделирования .... 67
- Галкин П.А., Тляшева Р.Р.** Роль интенсификации теплообменного оборудования в научно-технологическом развитии Российской Федерации. Перспектива применения пористого литого алюминия в конструкции теплообменных аппаратов ..... 71
- Сидоров В.Г., Цуриков Д.В., Ставцев Д.А., Терпенев А.В.** Системы управления и автоматизации: современные технологии для повышения надежности и безопасности..... 75

## **ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

### **Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства**

- Гирин И.А., Лобачева Е.Н., Скворцова Д.А.** Анализ методов оценки уровня цифровой зрелости промышленных предприятий..... 79
- Ионов А.Г., Юдин А.В.** Методика оценки уровня адаптивности производства..... 82
- Раджабов Т.Р., Хамидуллина Г.Р., Хуснутдинова Э.М.** Цифровизация бизнес-процессов как фактор повышения качества и эффективности управления на примере ООО «РСК»..... 86

### **Региональная и отраслевая экономика**

- Кирьяков Н.В., Кузьмич Н.П.** Специфика внедрения инновационных технологий в строительную сферу..... 92
- Кузяшев А.Н., Гумеров Э.А., Рахматуллин Ю.Я., Меньшиков Е.И.** Подходы к классификации, типологии систем управления государственными (муниципальными) учреждениями и механизм их функционирования ..... 95
- Ревунов С.В.** Анализ реализации природоохранных мероприятий на муниципальном уровне (на примере города Новочеркасска Ростовской области)..... 100
- Семенова Ю.Е., Петрова Е.Е., Шебукова А.С., Грибановская С.В.** Изменение управленческих технологий как следствие цифровой трансформации бизнеса..... 104

### **Менеджмент**

- Кунин Е.И.** Разработка алгоритма функционирования подсистемы мониторинга и реагирования на факты неправомерного распространения объектов интеллектуальной собственности в сети Интернет ..... 108

МАТЕРИАЛЫ XVIII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ (ЦИФРОВЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ, АНТРОПОЦЕНТРИЧЕСКИЕ НАУКИ)»

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**Информационная безопасность**

**Тураев С.Э., Заколдаев Д.А.** Разработка эффективного программного обеспечения для выявления вредоносного трафика из ЛВС .....117

**Моделирование оптимальных календарных стратегий инспектирования**

**Зайцева И.В., Резеньков Д.Н., Сиденко И.К., Теммеева С.А.** Моделирование оптимальных календарных стратегий инспектирования..... 123

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства**

**Дзюбаненко А.А.** Методика проведения испытаний изделий электроники на выявление несоответствий в процессе производства ..... 127

**Елисеева О.А., Каплин Н.В.** Программа приемочных испытаний настольного вендингового автомата безрамочного Runego СН ..... 131

**Региональная и отраслевая экономика**

**Агапов-Иванов А.А., Воронкова О.В.** Внедрение цифровых технологий в управление транспортной системой Санкт-Петербурга ..... 136

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ**

**Физика и математика**

**Ромаданова М.М.** Исследование влияния параметров на форму В-сплайна при использовании метода последовательных приближений с оценкой, эквивалентной методу наименьших квадратов ..... 139

**Актуальные вопросы биотехнологий и медицины**

**Шамсувалеева Э.Ш., Бобров А.В.** Некоторые аспекты инсомнии у людей молодого возраста ..... 149

## Contents

### INFORMATION TECHNOLOGY

#### Mathematical Modeling and Numerical Methods

<b>Bychkova T.V.</b> The IDEF0 Model of the Agroforming Information System .....	10
<b>Germek V.V., Samsonov R.O.</b> Criteria Analysis of the Possibilities of Using Artificial Intelligence in World Practice to Improve the Efficiency of Construction Production in Russia.....	15
<b>Dorrer M.G., Kasyanova E.V.</b> The Prototype of a Module for Predicting Student Learning Success Based on the Assessment Results of Universal Competencies .....	22
<b>Larin S.E., Belash V.Yu.</b> The Role of MapReduce Technologies in Solving Big Data Analysis Problems .....	29
<b>Oreshchenko T.G., Nazarov I.V., Chapaeva A.S.</b> Development of the Circuit of the On-board Load Device.....	33
<b>Oreshchenko T.G., Shamlitsky A.Ya.</b> The Method of Studying the Frequency Characteristics of Nanomodified Materials.....	38
<b>Ragozina M.A., Tsurikov D.V., Stavtsev D.A., Terpenev A.V.</b> Real-Time Data Processing Technologies: The Role of Big Data in Modern Technical Systems and Its Impact on Decision-Making.....	43

#### Information Security

<b>Zharov I.S., Denisenko O.I., Yankin E.A., Tselikov I.A.</b> About the Possibilities of Using Blockchain Technology in Educational Institutions of the Federal Penitentiary Service of Russia.....	47
<b>Kamensky R.S., Semenova E.G.</b> Implementation of Fully Homomorphous Encryption in Cloud Computing .....	51
<b>Plaskanich K.O., Erkulova A.A., Ponachugin A.V.</b> The Future of Artificial Intelligence in School Cybersecurity: Prospects and Challenges .....	58
<b>Semenova O.I., Zhuravlev I.A.</b> Security Issues in the Client-Server Architecture of "1C: Enterprise".....	62

## MECHANICAL ENGINEERING

### Machines, Units and Processes

- Galkin P.A., Polyakova T.V., Vishev B.V., Tlyasheva R.R.** Evaluation of Comparative Efficiency of Different Designs of Heat Exchangers by CFD Modeling Method ..... 67
- Galkin P.A., Tlyasheva R.R.** The Role of Intensification of Heat Exchange Equipment in the Scientific and Technological Development of the Russian Federation. Prospect of Application of Porous Cast Aluminum in the Construction of Heat-Exchange Apparatuses ..... 71
- Sidorov V.G., Tsurikov D.V., Stavtsev D.A., Terpenev A.V.** Control and Automation Systems: Modern Technologies for Enhancing Reliability and Safety ..... 75

## ECONOMIC SCIENCES

### Product Quality Management. Standardization. Organization of Production

- Girin I.A., Lobacheva E.N., Skvortsova D.A.** Development of a Database Architecture to Assess the Level of Digital Maturity of Industrial Enterprises ..... 79
- Ionov A.G., Yudin A.V.** Methodology for Assessing the Level of Production Adaptability ..... 82
- Radjabov T.R., Khamidullina G.R., Khusnutdinova E.M.** Digitalization of Business Processes as a Factor in Improving the Quality and Efficiency of Management: Case of RSK LLC ..... 86

### Regional and Sectoral Economics

- Kiryakov N.V., Kuzmich N.P.** Specifics of the Introduction of Innovative Technologies in the Construction Industry ..... 92
- Kuzyashev A.N., Gumerov E.A., Rakhmatullin Yu.Ya., Menshikov E.I.** Approaches to Classification, Typology of Management Systems of State (Municipal) Institutions and the Mechanism of their Functioning ..... 95
- Revunov S.V.** The Analysis of the Implementation of Environmental Protection Measures at the Municipal Level (Using the Example of the City of Novocherkassk, Rostov Region) ..... 100
- Semenova Yu.E., Petrova E.E., Shebukova A.S., Gribanovskaya S.V.** Changing Management Technologies as a Result of Digital Business Transformation ..... 104

### Management

- Kunin E.I.** Development of an Algorithm for the Functioning of a Subsystem for Monitoring and Responding to the Facts of Illegal Distribution of Intellectual Property Objects on the Internet. 108



PROCEEDINGS OF THE XVIII INTERNATIONAL SCIENTIFIC PRACTICAL CONFERENCE  
«PROBLEMS AND OPPORTUNITIES OF MODERN SCIENCE  
(DIGITAL TECHNOLOGIES, ANTHROPOCENTRIC SCIENCES)»

TECHNICAL SCIENCES

Information Security

**Turaev S.E., Zakoldaev D.A.** Developing Effective Software to Detect Malicious Traffic from LAN .....117

Modeling Optimal Inspection Calendar Strategies

**Zaitseva I.V., Rezenkov D.N., Sidenko I.K., Temmoeva S.A.** Simulation of Optimal Inspection Scheduling Strategies ..... 123

ECONOMIC SCIENCES

Product Quality Management. Standardization. Organization of Production

**Dzyubanenko A.A.** Methodology for Testing Electronic Products to Identify Disconformities in the Production Process ..... 127

**Eliseeva O.A., Kaplin N.V.** Acceptance Testing Program for the Frameless Desktop Vending Machine Runero CH..... 131

Regional and Sectoral Economy

**Agapov-Ivanov A.A., Voronkova O.V.** Introduction of Digital Technologies in the Management of St. Petersburg's Transportation System ..... 136

NATURAL SCIENCES

Physics and Mathematics

**Romadanova M.M.** Research on the Influence of Parameters on the Shape of B-Spline Constructed Using the Progressive and Iterative Approximation Method for Least Square Fitting..... 139

Current Issues in Biotechnology and Medicine

**Shamsuvaleeva E.Sh., Bobrov A.V.** Some Aspects of Insomnia in Young People ..... 149

УДК 681.518

Т.В. БЫЧКОВА

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», г. Брянск

## МОДЕЛЬ IDEF0 ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АГРОФОРМИРОВАНИЯ

*Ключевые слова:* агроформирование; алгоритм; информационная система; модель IDEF0.

*Аннотация.* В статье рассмотрены модели функционирования агроформирования. Используются общенаучные методы. Установлено, что аграрная индустрия наращивает темпы цифровизации бизнес-процессов, используя современные программные средства. Дано обоснование внедрения проекта информационной системы предприятия для оптимизации его показателей. Продемонстрирована необходимость использования математических моделей для описания процессов в функциональных блоках IDEF0-модели.

### Введение

Продвижение цифровизации как «Индустрии 4.0» для агропромышленного комплекса (АПК), имеющего ежегодный рост производительности труда и обладающего высоким экспортным потенциалом, связано с внедрением цифровых инструментов управления бизнес-процессами. «Умные» технологии аграрной сферы подразделяют на точное сельское хозяйство, агроботы, *AIoT*-платформы или *AIoT*-приложения, *Big Data*. К широко используемым ведомственным решениям относятся «История поля», «Агросигнал» и др.

Для роста эффективности управления бизнес-процессами агроформирования в условиях усложнения производственно-технических и организационно-экономических систем необходимо иметь знания о структуре, функциях, соподчиненности, взаимосвязях и ресурсах. Необходимые атрибуты любого бизнес-процесса практически полностью повторяют атрибуты алгоритма, демонстрируя их тождественность.

При анализе и моделировании бизнес-процесса становится все более очевидной схожесть алгоритмов. Поскольку основные свойства этих понятий совпадают, то применение методов оценки и оптимизации алгоритмов к бизнес-процессам даст положительные результаты. Одним из инструментов исследования выступает методология IDEF0 как наиболее распространенный метод функционального моделирования и графической нотации для формализации и описания бизнес-процессов (как административных, так и организационных). К преимуществам методологии IDEF0 относятся структурированность бизнес-процессов в производстве и поставках продукции, возможность анализа и оптимизации, стандартизация, визуализация, повышение эффективности бизнес-процессов. Обычно насчитывают 15–20 функций. Среда *Ramus Educational*, кроссплатформенная система функционального моделирования, предоставляет возможность реализовать алгоритмы и модели бизнес-процессов агроформирования [2–3].

### Результаты и обсуждение

Важной особенностью агроформирования выступают наличие и взаимодействие ряда отраслей, основными из которых являются растениеводство и животноводство, содержащие множество бизнес-процессов, оптимизируемых для достижения максимальной эффективности и прибыльности.

Применение методологии системного анализа, функционального моделирования в аграрной сфере связано как с учетом взаимосвязанных, взаимодействующих друг с другом процессов, так и с необходимостью рассмотрения влияния параметров внешней и внутренней среды (рис. 1).

Главным бизнес-процессом сельскохозяйственного предприятия выступают клиенто-

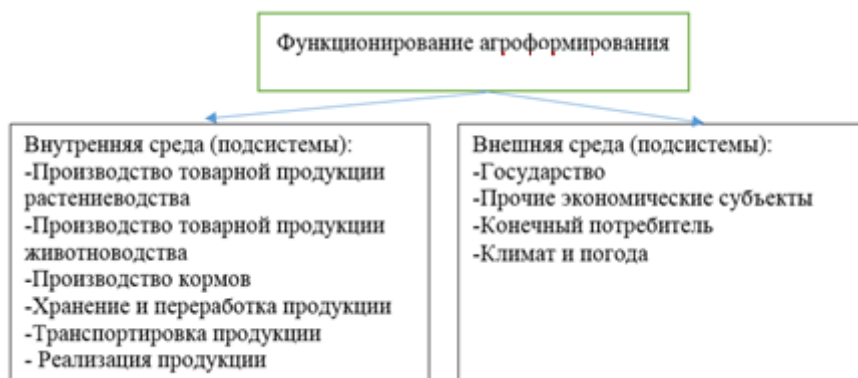


Рис. 1. Подсистемы аграрной индустрии

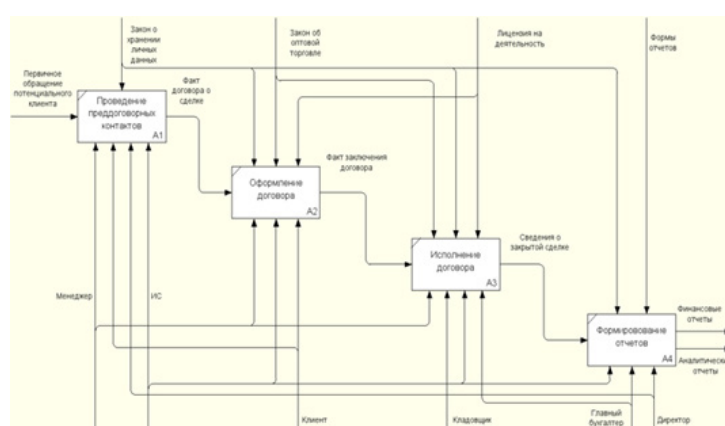


Рис. 2. Диаграмма декомпозиции бизнес-функции «Деятельность сельскохозяйственного предприятия»

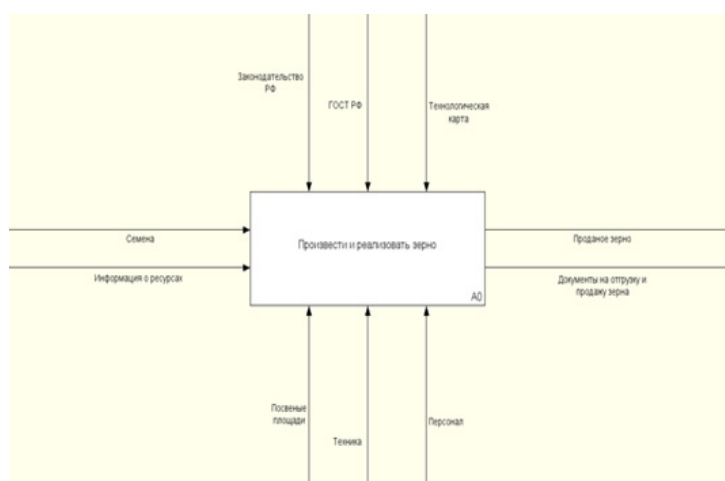


Рис. 3. Контекстная диаграмма бизнес-функции «Произвести и реализовать зерно»

ориентированное производство и реализация востребованной продукции. Вследствие этого в контекстной диаграмме (процесс A0) входными данными являются обращения по-

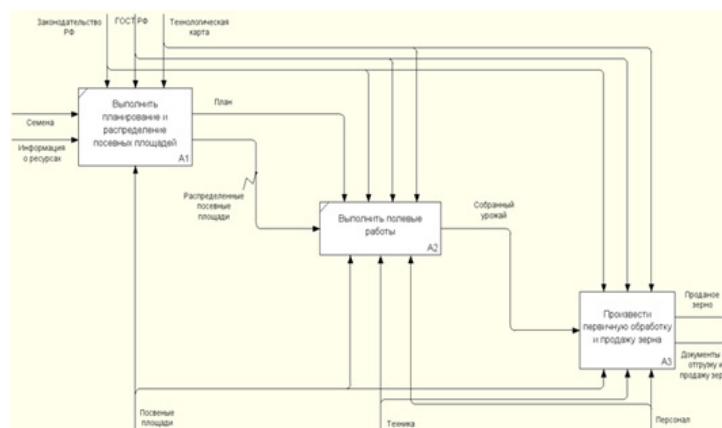


Рис. 4. Диаграмма декомпозиции бизнес-функции «Произвести и реализовать зерно»

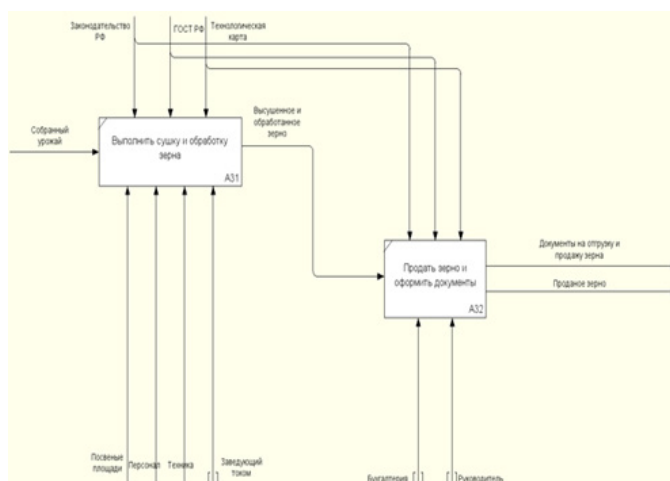


Рис. 5. Диаграмма декомпозиции бизнес-функции «Произвести первичную обработку и продажу зерна»

тенциальных клиентов. На выходе бизнес-процесса при исполнении договоров выступают финансовые и аналитические отчеты. Декомпозиция процесса A0 в среде функционального моделирования Ramus приводит к процессам A1 («Проведение преддоговорных контактов»), A2 («Оформление договора»), A3 («Исполнение договора») и A4 («Формирование отчетов») (рис. 2).

Исследователи отмечают, что оптимизация бизнес-процессов в растениеводстве приводит к росту урожайности, снижению затрат на производство и реализацию, повышению качества продукции. Ключевым видом аграрной продукции выступает зерно, используемое на внутреннем и внешнем рынках. По официальным данным, в 2024 г. Россия экспортиро-

вала около 70 миллионов тонн зерна, существенно укрепив свои позиции на мировом рынке.

На эффективность зернопроизводства оказывают влияние ряд факторов: плодородие почвы, генетический потенциал культурных растений (пшеница, ячмень, кукуруза и др.), агротехнологии (традиционная, ресурсосберегающая, биологизированная и др.), техника, уровень цифровизации, химизации и мелиорации, климат и погода и др. Для агроформирования производителя зерна главным бизнес-процессом выступает «Произвести и реализовать зерно» (рис. 3) [1; 4].

Входными данными выступают информация о ресурсах, семенах, на выходе бизнес-процесса проданное зерно и документы на отгрузку

и продажу зерна. Разбиение функции на подфункции приводит к декомпозиции процесса  $A_0$  на процессы  $A_1, A_2, A_3$  (рис. 4).

Для декомпозиции диаграммы «Выполнить полевые работы» прежде всего следует осуществить выбор реализуемой агротехнологии (традиционной, ресурсосберегающей, регенеративной, биологизированной, адаптивной и др.) и в соответствии с ним установить перечень технологических операций, начиная с ранневесенней обработки почвы и завершая уборкой урожая.

Отметим, что совокупность *IDEF0*-диаграмм образует модель системы, которая носит качественный, описательный, декларативный характер и не может ответить на вопросы исследователя о характере протекающих в системе процессов. Вследствие этого следует в дальнейшем использовать математические имитационные модели, описывающие процессы в функциональных блоках *IDEF0*, относящихся к концептуальным и выступающим основой построения математических моделей.

Математические модели имитируют организационные, физические, экономические, логические и т.п. отношения во времени и пространстве между входящими в *IDEF0*-модель сущностями. Для описания процессов и явлений, протекающих в *IDEF0*-блоках, возмож-

но рассматривать распределительные и транспортные модели, модели теории массового обслуживания, модели управления запасами, имитационные модели и др. Считаем, что при исследовании функционирования агроформирования как сложной динамической стохастической системы, находящейся под воздействием погодноклиматических условий, целесообразно использовать аппарат имитационного моделирования, реализуемый в программной среде *AnyLogic* и др.

### Выводы

Процессный подход требует применения специальных средств для описания и классификации процессов, составляющих деятельность организации. А поскольку агроформирование – сложная многоуровневая динамическая система, то применение современных методологий имеет важное значение для достижения результативности и эффективности. Одним из средств описания бизнес-процессов выступает методология функционального моделирования *IDEF0*, используемая как понятный язык для обмена информацией между участниками ИТ-проекта. Применение программных сред на стадии описания бизнес-процессов позволяет значительно повысить эффективность решения задачи.

### Список литературы

1. Власова, Т.В. Моделирование процесса производства и реализации зерновых культур с использованием технологии *IDEF0* / Т.В. Власова // Вестник магистратуры. – 2016. – № 7–2(58). – С. 173–175.
2. Методология функционального моделирования *IDEF0*. Руководящий документ. – М.: Госстандарт России, 2000. – 75 с.
3. He, Y. Research on Evaluation Model and Algorithm of Information System Health State Based on Realtime Operation Data and Analytic Hierarchy Process / Y. He // 2021 International Conference on Networking, Communications and Information Technology (NetCIT), 2021. – P. 353–356.
4. Torikov, V.E. ISSUES OF DIGITAL TRANSFORMATION OF AGRICULTURE AIP conference proceedings / V.E. Torikov, V.A. Pogonyshev, D.A. Pogonysheva, N.A. Ivanova, T.V. Bychkova // International Scientific and Practical Conference "INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE". AIP Publishing. – 2023. – Vol. 2921. – Issue 1. – P. 080001.

### References

1. Vlasova, T.V. Modelirovaniye protsessa proizvodstva i realizatsii zernovykh kul'tur s ispol'zovaniyem tekhnologii *IDEF0* / T.V. Vlasova // Vestnik magistratury. – 2016. – № 7–2(58). –

S. 173–175.

2. Metodologiya funktsional'nogo modelirovaniya IDEF0. Rukovodyashchiy dokument. – M. : Gosstandart Rossii, 2000. – 75 s.

---

© Т.В. Бычкова, 2025

УДК 69

В.В. ГЕРМЕК, Р.О. САМСОНОВ

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва

## КРИТЕРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, СКЛАДЫВАЮЩИЙСЯ В МИРОВОЙ ПРАКТИКЕ, ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В РОССИИ

---

*Ключевые слова:* автоматизация; безопасность; инновации; искусственный интеллект; строительство; управление ресурсами; устойчивое развитие; цифровые двойники; ROI.

*Аннотация.* Статья посвящена исследованию применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в строительной отрасли для повышения ее эффективности и конкурентоспособности. Рассматриваются мировой опыт, его адаптация к российским условиям и рекомендации по интеграции технологий. Цель исследования – изучение мирового опыта использования ИИ и его адаптация для повышения эффективности, снижения издержек, улучшения качества и безопасности в строительстве. Исследованы возможности ИИ, оценена его эффективность в управлении ресурсами, сроками и качеством, разработаны рекомендации для российской отрасли. Гипотеза исследования предполагает, что внедрение ИИ и цифровых двойников улучшает управление проектами, сокращает сроки и издержки, повышает безопасность. Методы включают анализ мировых практик, систематизацию решений, кейс-анализ и моделирование эффектов внедрения ИИ в российских условиях. Результаты показали, что применение ИИ сокращает сроки строительства на 10–30 %, повышает точность прогнозов на 15–20 %, снижает ошибки на 25 %, издержки – на 10–15 % и повышает безопасность за счет автоматизированного мониторинга рисков. Рекомендации включают развитие образовательной среды, стимулирование инвестиций и создание национальной платформы

для успешного внедрения технологий ИИ и устойчивого развития отрасли.

---

В современном мире технологии ИИ стали неотъемлемой частью многих отраслей, включая строительство. В условиях глобализации, усложнения экономических процессов и возрастающих требований к экологической и экономической эффективности внедрение инновационных решений на основе ИИ становится стратегически важным для повышения конкурентоспособности строительной отрасли. Применение ИИ позволяет оптимизировать процессы проектирования и строительства, снизить производственные затраты, повысить качество выполнения строительных работ, улучшить управление ресурсами и сократить сроки выполнения проектов.

Современный этап развития урбанизированных территорий характеризуется возрастающей сложностью и многогранностью задач, связанных с их комплексным освоением. Интенсивный рост населения, необходимость в создании комфортной и устойчивой городской среды, а также стремление к оптимизации использования ресурсов обуславливают потребность в инновационных подходах к проектированию, строительству и управлению жизненным циклом объектов недвижимости. В этом контексте строительная отрасль, являясь одним из ключевых драйверов экономического развития и формирования городской среды, сталкивается с необходимостью повышения эффективности, сокращения издержек

и, что особенно важно, обеспечения высокого качества возводимых объектов [1; 2; 17].

Традиционные методы управления строительными процессами, основанные на последовательном выполнении работ и ручном контроле, зачастую оказываются недостаточно гибкими и подвержены человеческому фактору, что может приводить к ошибкам, задержкам и снижению качества конечного продукта.

В последние годы наблюдается стремительное развитие и внедрение цифровых технологий в различные сферы деятельности, включая строительство. Особое внимание привлекают технологии ИИ и цифровых двойников, потенциал которых для трансформации строительной отрасли сложно переоценить [5; 6; 14]. Искусственный интеллект, обладая способностью к анализу больших данных, прогнозированию и принятию решений на основе алгоритмов машинного обучения, открывает новые возможности для автоматизации рутинных задач, оптимизации планирования и управления ресурсами, а также для выявления потенциальных рисков и дефектов на ранних стадиях строительства [4; 17].

Для получения более корректных данных необходимо провести анализ мировых практик применения технологий ИИ в строительстве и оценить возможности их адаптации к российским условиям, учитывая специфические особенности нормативно-правовой базы и экономических факторов [15; 18; 19].

Статья [14] охватывает широкий спектр применений искусственного интеллекта в строительстве, подчеркивая его роль в автоматизации. Авторы рассматривают, как ИИ используется для улучшения процессов проектирования через автоматическое создание чертежей и моделей, что сокращает время на этапе проектирования. Важным аспектом является также использование дронов, оснащенных ИИ, для мониторинга строительных площадок, что позволяет в реальном времени анализировать прогресс работ и выявлять отклонения от плана. Дополнительно статья обсуждает применение робототехники для выполнения рутинных и опасных задач, что не только повышает безопасность, но и экономит человеческие ресурсы [6; 9]. Исследование подчеркивает, что ИИ может значительно сократить затраты и время на строительство, а также улучшить качество и точность выполнения работ [20].

В своей работе [9] авторы фокусируются на использовании ИИ для повышения безопасности на стройплощадках. Они проводят систематический обзор различных технологий ИИ, применяемых для предотвращения несчастных случаев. В частности, обсуждаются системы видеонаблюдения, использующие ИИ для распознавания потенциально опасных ситуаций, таких как отсутствие защитного снаряжения или нарушение безопасного расстояния между рабочими и оборудованием. Также рассматриваются модели предсказания рисков, которые анализируют исторические данные о несчастных случаях для прогнозирования и предотвращения будущих инцидентов. Статья подчеркивает, что интеграция ИИ в системы безопасности может значительно снизить частоту и тяжесть травм на стройплощадках [8; 11; 13].

Исследование [4] посвящено оптимизации управления ресурсами с помощью ИИ. Авторы описывают, как машинное обучение используется для прогнозирования потребностей в материалах и рабочей силе, что позволяет минимизировать запасы и сократить издержки на хранение. Особое внимание уделяется системам, которые автоматически планируют доставку материалов, учитывая текущие условия на стройплощадке и возможные задержки. В статье также обсуждается, как ИИ помогает в реальном времени адаптировать планы строительства к изменениям, что обеспечивает гибкость и эффективность в управлении проектами [7; 12].

Работа [6] исследует синергию между информационными моделями зданий (*BIM*) и ИИ для улучшения строительной эффективности. Авторы описывают, как ИИ может анализировать большие объемы данных *BIM* для автоматического выявления конфликтов в проектах, оптимизации распределения ресурсов и улучшения энергоэффективности зданий. В статье подчеркивается, что интеграция этих технологий не только позволяет улучшить планирование и управление проектами, но и предоставляет возможности для инноваций в дизайне и строительстве, которые ранее были недостижимы без использования ИИ [2].

В России технологии ИИ в строительной отрасли исследуются с акцентом на адаптацию к локальным условиям. Значительный вклад в эту область внес К.В. Сорокин, чьи работы посвящены разработке алгоритмов машинно-



го обучения для анализа данных строительных площадок. В статье «Изменения строительной отрасли при активном внедрении технологии с применением искусственного интеллекта» [16] он описывает методы предсказания рисков, оптимизации распределения ресурсов и формирования сценариев управления проектами. Другие исследования [15] касаются интеграции ИИ в системы управления проектами для повышения прозрачности процессов, улучшения контроля над выполнением задач и минимизации затрат [1; 12; 19].

Сравнение зарубежных и российских подходов показывает, что западные методики акцентируют внимание на широком использовании робототехники и автоматизации процессов, что обеспечивает высокую точность, снижение себестоимости и минимизацию влияния человеческого фактора [9; 10; 13]. В то же время российские исследования сосредоточены на локальной адаптации технологий, что обусловлено особенностями нормативно-правовой базы и экономической ситуации [5; 20].

Одним из важных показателей внедрения технологий является окупаемость инвестиций (*ROI*). Данный аспект представляет собой оценку финансовой выгоды, полученной от внедрения ИИ-технологий, по отношению к затратам, понесенным на их приобретение, разработку, интеграцию и поддержку. Оценка *ROI* требует учета как прямых финансовых выгод, так и косвенных эффектов, влияющих на общую эффективность и устойчивость развития территории. Применение ИИ способствует оптимизации процессов, снижению затрат, рациональному использованию ресурсов и улучшению условий труда. Более того, ИИ открывает новые возможности для повышения безопасности, снижения травматизма и предотвращения ошибок в строительстве, что делает его внедрение стратегически важным для устойчивого развития отрасли.

Прямое снижение затрат достигается за счет оптимизации планирования и управления строительными процессами (например, сокращение сроков строительства, снижение перерасхода материалов, оптимизация логистики), автоматизации рутинных задач (например, мониторинг прогресса строительства, контроль качества) и повышения безопасности на строительной площадке (снижение страховых выплат и компенсаций).

1. Увеличение доходов. ИИ может способ-

ствовать более эффективному использованию земельных ресурсов, оптимизации планировки и инфраструктуры, что повышает привлекательность территории для инвесторов и потенциальных жителей, приводя к увеличению продаж недвижимости и арендных ставок.

2. Повышение качества построенных объектов. ИИ-системы контроля качества позволяют выявлять дефекты на ранних стадиях, снижая затраты на исправление и обеспечивая более долговечные и надежные объекты, что в долгосрочной перспективе снижает эксплуатационные расходы.

3. Улучшение принятия решений. ИИ-аналитика предоставляет более точные и своевременные данные для принятия управленческих решений на всех этапах освоения территории, снижая риски и повышая эффективность инвестиций.

4. Повышение устойчивости развития. ИИ может использоваться для оптимизации потребления ресурсов (энергии, воды), управления отходами и моделирования воздействия на окружающую среду, что способствует созданию более экологически устойчивых территорий и снижает потенциальные штрафы и издержки, связанные с экологическими проблемами.

5. Улучшение взаимодействия с заинтересованными сторонами. ИИ-платформы могут обеспечивать более эффективную коммуникацию и сбор обратной связи от жителей, инвесторов и других участников процесса, что способствует более гармоничному и социально ориентированному развитию территории.

Оценка *ROI* применения ИИ при комплексном освоении территорий является сложной задачей, требующей учета множества факторов и использования как количественных, так и качественных методов анализа. Важно рассматривать не только прямые финансовые выгоды, но и долгосрочные стратегические преимущества, такие как повышение конкурентоспособности территории, улучшение качества жизни и обеспечение устойчивого развития. Понимание и грамотная оценка *ROI* позволяют принимать обоснованные решения о целесообразности внедрения ИИ-технологий и оптимизировать инвестиции для достижения максимальной эффективности при комплексном освоении территорий.

Примерами успешной окупаемости могут стать компании, описанные ниже.



Рис. 1. Применение алгоритмов машинного обучения в строительстве

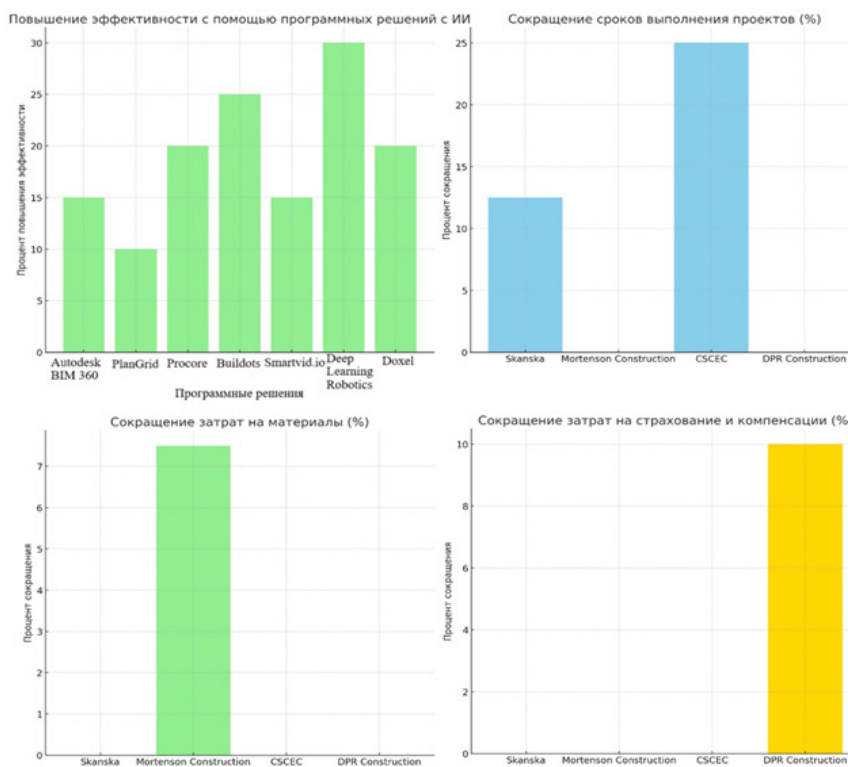


Рис. 2. Показатели ROI при применении алгоритмов машинного обучения в строительстве

1. Skanska.

Эта шведская строительная компания использует ИИ для прогнозирования сроков выполнения работ и управления ресурсами. В результате внедрения ИИ-решений компа-

нии удалось сократить сроки выполнения проектов на 10–15 %, что привело к значительной экономии средств и повышению рентабельности [18].

2. Mortenson Construction.

Американская строительная компания внедрила ИИ для анализа данных о строительных материалах и оптимизации закупок. Это позволило сократить затраты на материалы на 5–10 % и уменьшить количество отходов [10].

### 3. *China State Construction Engineering Corporation (CSCEC)*.

Внедрение цифровых двойников и ИИ для управления крупными строительными проектами позволило компании сократить сроки выполнения проектов на 20–30 % и значительно снизить затраты на исправление ошибок и переделку [3].

### 4. *DPR Construction*.

Использование ИИ и машинного обучения для анализа изображений и видео с площадок помогло компании улучшить контроль качества и безопасность. Это привело к снижению затрат на страхование и компенсации за несчастные случаи, а также повысило удовлетворенность клиентов [5].

На основе полученных результатов была сформирована аналитика, представленная на рис. 1.

Для успешного внедрения ИИ в строительную отрасль России необходимо значительно развивать образовательную среду. В образовательные программы ведущих технических вузов следует включить курсы, такие как «Основы искусственного интеллекта», «Машинное обучение для инженеров» и «Цифровые двойники в строительстве», адаптированные под строительную специфику. Практические занятия должны быть ориентированы на работу с реальными данными, выполнение проектов и стажировки в компаниях, применяющих ИИ-технологии.

Международное сотрудничество играет ключевую роль. Программы двойного диплома с университетами Китая (Тонгцзи, Цинхуа) и Сингапура (*NUS*, *NTU*) позволят обмениваться студентами и преподавателями, а также проводить совместные исследования. В университетах важно создавать центры компетенций, которые обеспечат постоянное обновление образовательных программ и технологий.

## Стимулирование инвестиций

Для привлечения инвестиций в ИИ необходимо государственное содействие в виде субсидий, грантов и налоговых льгот, например, снижения налога на прибыль для компаний, внедряющих инновационные технологии. Создание венчурных фондов для поддержки стартапов в строительной сфере обеспечит финансирование, доступ к сетям и менторство. Международные инвестиции помогут привлечь ресурсы и получить доступ к передовым практикам.

Для долгосрочного развития следует организовывать специальные экономические зоны и технопарки, ориентированные на ИИ в строительстве.

## Национальная платформа

Необходимо разработать национальную платформу, объединяющую данные всех участников строительного процесса. Она должна включать централизованную базу данных, обеспечивать мониторинг проектов в реальном времени и помогать выявлять отклонения. Использование ИИ для анализа данных позволит прогнозировать риски, оптимизировать ресурсы и повысить эффективность управления проектами.

## Международный опыт

Важным аспектом являются адаптация международного опыта и участие в инициативах, таких как «Будущее строительства» Всемирного экономического форума. Изучение лучших практик, привлечение иностранных специалистов, обмен технологиями и участие в международных ассоциациях, таких как *UIA* и *FIDIC*, будут способствовать развитию отрасли.

Комплексный подход к внедрению ИИ, включающий образовательные реформы, стимулы для инвесторов, создание инфраструктуры и международное сотрудничество, повысит эффективность и конкурентоспособность строительной отрасли, обеспечит устойчивое развитие и улучшение качества жизни.

## Список литературы

1. Антонов, А.В. Анализ мирового опыта применения ИИ в строительстве / А.В. Антонов, П.Н. Сидоров // Строительство и инновации. – 2022. – № 12(3). – С. 56–68.

2. Беляев, С.В. Использование ИИ для моделирования строительных процессов / С.В. Беляев // Цифровые технологии в строительстве. – 2023. – № 14(2). – С. 123–134.
3. Виртуальная реальность на координационных встречах компании China Construction: Пример [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://infr.ai/blog/case-study-how-china-construction-uses-virtual-reality-in-coordination-meetings>.
4. Гарсия, Л. Управление ресурсами в строительстве с использованием ИИ / Л. Гарсия, Ф. Мартинес // Инновации в строительстве. – 2021. – № 21(3). – С. 345–360.
5. ДПР Констракшн. Прыжок DPR Construction в управление проектами на основе ИИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://construction-today.com/news/dpr-constructions-leap-into-ai-driven-project-management>.
6. Чен Й. Интеграция BIM и ИИ для повышения эффективности строительства / Й. Чен, Л. Ванг // Автоматизация в строительстве. – 2022. – № 133. – С. 103987.
7. Карпов, Н.М. Цифровые двойники и искусственный интеллект: новая парадигма строительства / Н.М. Карпов, Л.А. Ефимова // Технологии и строительство. – 2023. – № 22(1). – С. 89–103.
8. Левченко, О.Н. Системы искусственного интеллекта в здравоохранении: текущее состояние, проблемы и перспективы / О.Н. Левченко // ЭФО. – 2023. – № 4(8). – С. 52–71.
9. Ли, С. Искусственный интеллект для безопасности в строительстве: систематический обзор / С. Ли, Х. Ким // Наука о безопасности. – 2019. – № 118. – С. 181–190.
10. Моргенсон Констракшн. Преимущества ИИ в строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://constructible.trimble.com/construction-industry/the-benefits-of-ai-in-construction>.
11. Новиков, Д.И. Управление рисками в строительстве с использованием ИИ / Д.И. Новиков // Менеджмент в строительстве. – 2021. – № 19(4). – С. 45–53.
12. Орлов, И.И. Оптимизация ресурсов строительства: роль искусственного интеллекта / И.И. Орлов, А.А. Белов // Ресурсное планирование в строительстве. – 2023. – № 33(5). – С. 76–89.
13. Петров, В.В. Робототехника в строительстве: обзор современных технологий / В.В. Петров // Автоматизация и контроль строительных процессов. – 2022. – № 15(3). – С. 98–110.
14. Смит, Дж. Приложения ИИ в автоматизации строительства / Дж. Смит, Р. Джонсон // Журнал строительной инженерии и управления. – 2020. – № 146(5). – С. 04020021.
15. Сорокин, К.В. Возможности искусственного интеллекта в строительной индустрии / К.В. Сорокин // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 4. – С. 25–30.
16. Сорокин, К.В. Изменения строительной отрасли при активном внедрении технологии с применением искусственного интеллекта / К.В. Сорокин // Вестник гражданских инженеров. – 2020. – № 3. – С. 240–245.
17. Степанов, Ю.А. Искусственный интеллект в урбанистике / Ю.А. Степанов // Современная урбанистика. – 2023. – № 8(2). – С. 145–159.
18. Технологии виртуальной реальности на координационных встречах компании China Construction. Скэнска [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://infr.ai/blog/case-study-how-china-construction-uses-virtual-reality-in-coordination-meetings>.
19. Федоров, А.А. Интеграция цифровых технологий в строительные процессы / А.А. Федоров // Технический прогресс в строительстве. – 2021. – № 18(6). – С. 88–97.
20. Шевченко, Р.А. Цифровизация строительной отрасли: вызовы и перспективы / Р.А. Шевченко // Инновации в строительстве. – 2023. – № 14(2). – С. 67–82.
21. Бызов, Н.И. Факторы, влияющие на результативность проведения восстановительных работ на новых территориях / Н.И. Бызов, Д.А. Погодин // Components of Scientific and Technological Progress. – 2024. – № 5(95). – С. 24–30.

## References

1. Antonov, A.V. Analiz mirovogo opyta primeneniya II v stroitel'stve / A.V. Antonov, P.N. Sidorov // Stroitel'stvo i innovatsii. – 2022. – № 12(3). – S. 56–68.
2. Belyayev, S.V. Ispolzovaniye II dlya modelirovaniya stroitel'nykh protsessov / S.V. Belyayev // Tsifrovyye tekhnologii v stroitel'stve. – 2023. – № 14(2). – S. 123–134.

3. Virtual'naya real'nost' na koordinatsionnykh vstrechakh kompanii China Construction: Primer [Electronic resource]. – Access mode : <https://infr.ai/blog/case-study-how-china-construction-uses-virtual-reality-in-coordination-meetings>.
4. Garsiya, L. Upravleniye resursami v stroitel'stve s ispol'zovaniyem II / L. Garsiya, F. Martines // Innovatsii v stroitel'stve. – 2021. – № 21(3). – S. 345–360.
5. DPR Konstrakshn. Pryzhok DPR Construction v upravleniye proyektami na osnove II [Electronic resource]. – Access mode : <https://construction-today.com/news/dpr-constructions-leap-into-ai-driven-project-management>.
6. Chen Y. Integratsiya BIM i II dlya povysheniya effektivnosti stroitel'stva / Y. Chen, L. Vang // Avtomatizatsiya v stroitel'stve. – 2022. – № 133. – S. 103987.
7. Karpov, N.M. Tsifrovyye dvoyniki i iskusstvennyy intellekt: novaya paradigma stroitel'stva / N.M. Karpov, L.A. Yefimova // Tekhnologii i stroitel'stvo. – 2023. – № 22(1). – S. 89–103.
8. Levchegov, O.N. Sistemy iskusstvennogo intellekta v zdravookhraneni: tekushcheye sostoyaniye, problemy i perspektivy / O.N. Levchegov // EFO. – 2023. – № 4(8). – S. 52–71.
9. Li, S. Iskusstvennyy intellekt dlya bezopasnosti v stroitel'stve: sistemacheskii obzor / S. Li, K.H. Kim // Nauka o bezopasnosti. – 2019. – № 118. – S. 181–190.
10. Morgenson Konstrakshn. Preimushchestva II v stroitel'stve [Electronic resource]. – Access mode : <https://constructible.trimble.com/construction-industry/the-benefits-of-ai-in-construction>.
11. Novikov, D.I. Upravleniye riskami v stroitel'stve s ispol'zovaniyem II / D.I. Novikov // Menedzhment v stroitel'stve. – 2021. – № 19(4). – S. 45–53.
12. Orlov, I.I. Optimizatsiya resursov stroitel'stva: rol' iskusstvennogo intellekta / I.I. Orlov, A.A. Belov // Resursnoye planirovaniye v stroitel'stve. – 2023. – № 33(5). – S. 76–89.
13. Petrov, V.V. Robototekhnika v stroitel'stve: obzor sovremennykh tekhnologiy / V.V. Petrov // Avtomatizatsiya i kontrol' stroitel'nykh protsessov. – 2022. – № 15(3). – S. 98–110.
14. Smit, Dzh. Prilozheniya II v avtomatizatsii stroitel'stva / Dzh. Smit, R. Dzhonson // Zhurnal stroitel'noy inzhenerii i upravleniya. – 2020. – № 146(5). – S. 04020021.
15. Sorokin, K.V. Vozmozhnosti iskusstvennogo intellekta v stroitel'noy industrii / K.V. Sorokin // Inzhenernyy vestnik Dona. – 2019. – № 4. – S. 25–30.
16. Sorokin, K.V. Izmeneniya stroitel'noy otrasli pri aktivnom vnedrenii tekhnologii s primeneniyem iskusstvennogo intellekta / K.V. Sorokin // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. – 2020. – № 3. – S. 240–245.
17. Stepanov, YU.A. Iskusstvennyy intellekt v urbanistike / YU.A. Stepanov // Sovremennaya urbanistika. – 2023. – № 8(2). – S. 145–159.
18. Tekhnologii virtual'noy real'nosti na koordinatsionnykh vstrechakh kompanii China Construction. Skenska [Electronic resource]. – Access mode : <https://infr.ai/blog/case-study-how-china-construction-uses-virtual-reality-in-coordination-meetings>.
19. Fedorov, A.A. Integratsiya tsifrovyykh tekhnologiy v stroitel'nyye protsessy / A.A. Fedorov // Tekhnicheskii progress v stroitel'stve. – 2021. – № 18(6). – S. 88–97.
20. Shevchenko, R.A. Tsifrovizatsiya stroitel'noy otrasli: vyzovy i perspektivy / R.A. Shevchenko // Innovatsii v stroitel'stve. – 2023. – № 14(2). – S. 67–82.
21. Byzov, N.I. Faktory, vliyayushchiye na rezul'tativnost' provedeniya vosstanovitel'nykh robot na novykh territoriyakh / N.I. Byzov, D.A. Pogodin // Components of Scientific and Technological Progress. – 2024. – № 5(95). – S. 24–30.

УДК 004.942

М.Г. ДОРРЕР, Е.В. КАСЬЯНОВА

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

## ПРОТОТИП МОДУЛЯ ПРОГНОЗА УСПЕШНОСТИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

*Ключевые слова:* машинное обучение; нейросети; прогнозирование процессов; средняя успеваемость; универсальные компетенции; цифровой двойник.

*Аннотация.* Цель работы – проверить возможность прогнозирования успешности студентов на основе развития универсальных компетенций в рамках проекта цифрового двойника образовательного процесса. Исследование основывалось на исторических данных об обучении и тестировании студентов. Проверялись гипотезы о линейной связи между развитием универсальных компетенций (УК) и успеваемостью, а также о возможности построения регрессионных моделей для предсказания успеваемости. Методом наименьших квадратов была подтверждена линейная связь между УК-6 и успеваемостью, а также возможность создания точных регрессионных моделей. Гипотезы о связи УК-1 и УК-4 с успеваемостью не подтвердились, что открывает перспективы для дальнейших исследований в этой области.

### Введение

Процессы цифровизации трансформируют общество и требования к знаниям и навыкам ИТ-специалистов, что приводит к реформированию инженерного сознания и подготовке нового поколения специалистов, обладающих современными компетенциями. Важной частью этой трансформации является технология цифровых двойников (*Digital Twins – DT*) [1], охватывающая сложные объекты, такие как города и организации. В контексте задачи управления университетом цифровой двойник бизнес-про-

цессов представляет собой виртуальную модель, позволяющую анализировать и оптимизировать функционирование учебного заведения. Он включает мониторинг учебного процесса, анализ данных о студентах и преподавателях, а также моделирование сценариев для повышения качества образования. Это способствует улучшению управления вузом и адаптации к изменениям в образовательной среде.

Цифровой двойник, моделирующий успешность обучения на основе универсальных компетенций, позволяет анализировать индивидуальные траектории студентов и оптимизировать учебные планы. Важными аспектами являются оценка *soft skills*, таких как коммуникация и критическое мышление, которые влияют на успеваемость. Создание такого цифрового двойника включает сбор данных о студентах и их взаимодействии с ресурсами, что позволяет университетам адаптировать образовательные программы для достижения лучших результатов.

В статье представлены результаты проекта, посвященного оценке влияния развития универсальных компетенций на успеваемость студентов в рамках создания цифрового двойника учебного процесса университета.

### Описание метода и связанные работы

В условиях цифровой трансформации ИТ-инженер становится не только специалистом в области цифровых технологий, но и личностью с развитыми профессионально-личностными качествами, важными для работы в ИТ-команде. Эти качества известны как метакомпетенции или гибкие навыки. Конкурентоспособный специалист должен обладать универсальными навыками, которые не зависят от технологий и

Таблица 1. Профессионально-значимые универсальные компетенции

Категория (группа) УК	УК	Наименование
Системное и критическое мышление	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
Коммуникация	УК-4	Способен осуществлять свою деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке РФ и иностранном(ых) языке(ах)
Самоорганизация и саморазвитие	УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

основаны на личностных качествах, позволяя адаптироваться к нововведениям в профессиональной деятельности. Роль этих компетенций 21 веке в работе ИТ-специалиста столь же значима, как и профессиональные навыки.

Проблема развития надпрофессиональных качеств, профессионально-значимых компетенций и гибких навыков достаточно актуальна и рассматривалась в трудах многих ученых (В.И. Байденко [2], В.А. Болотов [3], Э.Ф. Зеер [4], И.А. Зимняя [5], Е.В. Касьянова [6]).

Поскольку ИТ-специалисты являются неотъемлемой частью современных организаций, профессионально-значимые компетенции данной категории работников имеют ключевое значение для изучения взаимосвязанного комплекса вопросов при решении задач в профессиональной деятельности. Так, специалисты по развитию персонала и работодатели отмечают, что одних технических, профессиональных компетенций уже недостаточно, все более ценятся межличностные и командные навыки. Недостатком же считается отсутствие гибкости и умений адаптироваться к новым условиям труда.

Анализ сайтов вакансий показывает, что работодатели в ИТ ценят гибкие навыки: коммуникацию, аналитические способности, командную работу, организованность, самостоятельность и адаптивность [7]. Виртуальные пространства изменяют бизнес-условия и работу удаленных команд, требуя саморегуляции, равномерного распределения нагрузки, эффективной коммуникации и гибкости к изменениям [8]. Подготовка конкурентоспособных ИТ-специалистов включает развитие как профессиональных, так и личностных качеств. Технологии цифровых двойников могут по-

мочь в обучении, создавая модели на основе успехов студентов для прогнозирования их дальнейших результатов. Это позволит выявить ключевые факторы, влияющие на обучение, и адаптировать образовательные программы для повышения их эффективности.

В ФГОС ВО 3++ гибкие навыки определены как универсальные компетенции. По исследуемым направлениям подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», 09.03.02 «Информационные системы и технологии», 09.03.04 «Программная инженерия» в качестве требований к результатам освоения программы (уровень квалификации «бакалавриат») ФГОС ВО 3++ определяет ряд УК, соответствующих рассмотренным ранее профессионально-личностным качествам специалистов ИТ-сферы. В рамках нашего исследования определим некоторые УК, подлежащие контролю и оценке (табл. 1).

Использованию технологии цифровых двойников для управления организациями посвящен целый ряд работ. В статье [9] рассматривается концепция цифрового двойника организации (*DTO*) как источник средств цифровизации для повышения гибкости. Работа [10] рассматривает цифровой двойник организации как средство поддержки изменений и внедрения инноваций, позволяющее повысить устойчивость предприятий, а работа [11] непосредственно посвящена созданию цифрового двойника образовательного процесса в области подготовки инженеров.

Таким образом, интеграция технологий цифровых двойников в образовательный процесс может не только улучшить подготовку будущих ИТ-специалистов, но и способствовать более глубокому пониманию взаимосвязи меж-

ду метакомпетенциями и успешностью обучения. Применение таких технологий позволит создать адаптивные образовательные среды, где студенты смогут развивать необходимые навыки в соответствии с требованиями современного рынка труда, что в конечном итоге повысит их конкурентоспособность, эффективность работы в команде.

### Выбранные методики оценки универсальных компетенций

Для оценки УК и профессионально-личностных качеств использовались следующие методики.

1. В условиях удаленной разработки ИТ-специалист должен уметь планировать время и расставлять приоритеты, что мы объединили в навык самоорганизации (ФГОС ВО 3++ УК – 6). Оценка проводилась с помощью методики «Самоорганизация деятельности» Е.Ю. Мандриковой, состоящей из 25 вопросов. Максимальный балл – 175 (более 125 – высокий уровень, 75–125 – средний, менее 75 – низкий) [12].

2. Коммуникативные способности (УК-4) важны для ИТ-специалистов, так как их работа требует активного взаимодействия. Использовался тест «КОС-1» В.В. Синявского и Б.А. Федоришина из 40 вопросов с пятью уровнями оценки: низкий (0,10–0,45), ниже среднего (0,46–0,55), средний (0,56–0,65), высокий (0,66–0,75), очень высокий (0,76–1,00).

3. УК-1 (ФГОС ВО «Системное и критическое мышление») включает поиск и анализ информации. Умение мыслить системно объединяет дисциплины образовательной программы. Аналитические умения рассматриваются как осознанное выполнение операций анализа и синтеза. Для исследования УК-1 использовался «Тест по критическому мышлению СТТ-1» Никиты Непряхина™, который оценивает компетенции критического мышления по восьми параметрам. Каждый вопрос может оценивать одну или несколько компетенций.

### Структура данных об универсальных компетенциях

Результаты оценки студентов по результатам тестирования универсальных компетенций представлены в двух датасетах.

1. Оценка УК-1, системный анализ по ме-

тодике «Тест по критическому мышлению СТТ-1» и УК4 – коммуникация: ТЕСТ-ОПРОСНИК КОС – 1. Датасет имеет структуру столбцов, включающую поля «ФИО», «ЗачетнаяКнига», «Дата», «Методика».

2. Оценка УК-6 – самоорганизация по тесту «Самоорганизация деятельности». Датасет имеет структуру столбцов, включающую поля «ФИО», «Зачетная Книга», «Дата», «Анализ и синтез», «Оценка», «Интерпретация», «Обоснование», «Логика», «Контроль над эмоциями», «Решение проблем», «Креативное мышление».

Такая структура позволяет решить задачу построения исходных данных для выполнения анализа наличия зависимостей успеваемости от развития компетенций.

Для решения этой задачи из истории успеваемости студентов для каждого студента, идентифицируемого зачетной книжкой, выбирается период в семестр, в рамках которого находится дата, в которую было проведено тестирование.

### Результаты сбора экспериментальных данных

Работы по созданию цифрового двойника ведутся в СибГУ имени академика М.Ф. Решетнева в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» в ходе реализации проекта «Внедрение инструментов анализа данных и машинного обучения в систему управления основными и вспомогательными бизнес-процессами Университета». Предыдущие результаты данных работ представлены в публикациях [13; 14].

В рамках проекта ставились задачи по анализу и прогнозу успешности обучения студентов на основании данных истории их оценок, пререквизитов и оценки развития их универсальных компетенций.

В качестве экспериментальных данных использовались данные об истории успеваемости студентов СибГУ имени академика М.Ф. Решетнева, включающие около 1,24 миллионов записей об оценках, выставленных за период с 2017 по 2024 гг. 34 500 студентам.

Как часть комплекса аналитических и прогнозных моделей были использованы методы анализа универсальных компетенций [6]. Было проведено тестирование студентов первого и второго курсов с целью выявления уров-



**Таблица 2.** Результаты проверки гипотезы о наличии линейной связи между развитием универсальных компетенций и средней успеваемостью

Методика	Коэффициент корреляции	<i>p</i> -значение	Подтверждение гипотезы о наличии линейной связи
УК-1	-0,0991	0,5540	Не подтверждается
УК-4	-0,1506	0,3805	Не подтверждается
УК-6, Анализ и синтез	0,5805	0,0478	Подтверждается
УК-6, Оценка	0,2221	0,4878	Не подтверждается
УК-6, Интерпретация	0,4416	0,1507	Подтверждается
УК-6, Обоснование	-0,1428	0,6580	Не подтверждается
УК-6, Логика	0,3754	0,2292	Не подтверждается
УК-6, Контроль над эмоциями	0,0064	0,9843	Не подтверждается
УК-6, Решение проблем	0,1225	0,7044	Не подтверждается
УК-6, Креативное мышление	0,3048	0,3353	Не подтверждается
УК-6, Многофакторная			Подтверждается

ня развития исследуемых УК будущих IT-специалистов. В тестировании использовались данные о 158 результатах оценки универсальных компетенций для 79 студентов направлений обучения 090301, 090302, 090304. Тестирование по выбранным методикам проводилось на начало и конец семестра.

### Средства реализации

В рамках разработки программных моделей учебного процесса была использована комбинация популярных библиотек на языке *Python*, что позволило эффективно строить модели и оценивать их качество.

В том числе для обработки и анализа данных нужна библиотека *Pandas*, для выполнения численных расчетов – библиотека *NumPy*. Для поддержки построения и оценки моделей машинного обучения была выбрана библиотека *Scikit-learn*, в частности для стандартизации значений признаков – *StandardScaler*, для оценки эффективности различных моделей – метрики *MSE* и  $R^2$ . Для надежной оценки прогностической способности моделей использовался метод кросс-валидации *Liv-One-Out (LOO)*.

Для создания моделей нейронных сетей – библиотека *TensorFlow* с интерфейсом *Keras*, класс слоистых нейронных сетей *Sequential*, полносвязные слои *Dense*.

### Оценка зависимости между развитием универсальных компетенций и успешностью обучения студентов

Для проверки связи между развитием универсальных компетенций и средней успеваемостью была разработана функция, реализующая следующие шаги.

1. Определение переменных. Зависимая переменная *Y* – средняя успеваемость студентов, независимая переменная *X* – шкалы методик оценки универсальных компетенций.

2. Проверка попарной линейной связи. Для оценки линейной связи между методиками и успеваемостью использовалась линейная регрессия с функцией *stats.linregress* из библиотеки *SciPy*. Вычислялись коэффициент корреляции (*r*) и *p*-значение для проверки нулевой гипотезы об отсутствии связи, при уровне значимости 0,2.

3. Многофакторная линейная регрессия. Для комплексного анализа проведена многофакторная линейная регрессия, где зависимой переменной *Y* была «Средняя успеваемость», а независимыми переменными *X* – шкалы оценки универсальных компетенций. Модель построена с использованием метода наименьших квадратов (*OLS*), результаты представлены в сводной таблице с коэффициентами регрессии и *p*-значениями.

Таблица 3. Качество моделей регрессии между развитием УК и оценками студентов

Методика	Взвешенная мера $MSE$
УК-1	8,61
УК-4	5,26
УК-6, Анализ и синтез	0,47
УК-6, Оценка	0,39
УК-6, Интерпретация	0,41
УК-6, Обоснование	0,46
УК-6, Логика	0,32
УК-6, Контроль над эмоциями	0,46
УК-6, Решение проблем	0,48
УК-6, Креативное мышление	0,27
УК-6, Многофакторная	0,49

4. Оценка значимости многофакторной линейной связи. Проверка на наличие статистически значимых коэффициентов проводилась по  $p$ -значениям: если хотя бы одно из них было менее 0,2, это указывало на наличие значимой связи между переменными и успеваемостью.

#### Построение моделей регрессии между развитием универсальных компетенций и успеваемостью студентов

Для оценки влияния пререквизитов (результаты ЕГЭ и достижения абитуриентов) и универсальных компетенций на среднюю успеваемость студентов была построена модель нелинейной регрессии с использованием нейронных сетей, проверенная методом многократной кросс-валидации. Также была создана отдельная модель, учитывающая только шкалы УК.

Модель реализована с помощью библиотеки *TensorFlow* и включает:

- входной слой с 128 нейронами и активацией *tanh*;
- скрытый слой с 128 нейронами и активацией *tanh*;
- выходной слой с одним нейроном и активацией *sigmoid*.

Обучение проводилось с функцией потерь *meansquarederror* и оптимизатором *Adam*. Для оценки точности использовалась методика *Leave-One-Out (LOO)*, где каждый пример по-

очередно выступал в роли тестового, а остальные – в качестве обучающей выборки. После кросс-валидации предсказанные значения преобразовывались в исходный масштаб с помощью *MinMaxScaler*. Качество модели оценивалось по взвешенной мере детерминации  $R^2$  и среднеквадратичной ошибке ( $MSE$ ), что позволило выявить влияние различных УК на среднюю успеваемость студентов.

#### Результаты вычислительных экспериментов

Проведенные расчеты обобщены в табл. 2.

При построении моделей регрессии по собранному данным были получены значения метрики среднеквадратического отклонения ( $MSE$ ) прогноза средней успеваемости (в пятибалльной шкале) для построенных моделей, показанные в табл. 3.

Полученные результаты не подтверждают влияние универсальных компетенций «Системное и критическое мышление» (УК-1) и «Коммуникация» (УК-4) на среднюю успеваемость, как показали оценки линейной связи и результаты модели нелинейной регрессии. В то же время универсальная компетенция «Самоорганизация и саморазвитие» (УК-6) демонстрирует линейную связь с успеваемостью по некоторым шкалам. Качество прогноза средней успеваемости на основе нейросетевой регрессии показывает отклонения менее одного балла

по метрике *MSE*.

### Выводы

Исследования показали, что гипотезы о связи универсальных компетенций УК-1 («Системное и критическое мышление») и УК-4 («Коммуникация») со средней успеваемостью студентов не подтвердились. В то же время для УК-6 («Самоорганизация и саморазвитие») была установлена зависимость. Результаты указывают на возможность использования методов работы в моделирующем модуле цифрового двойника учебного процесса.

Перспективы исследования связаны с накоплением данных о динамике успеваемости студентов за несколько семестров, что позволит

оценить как статичные, так и динамичные зависимости между развитием универсальных компетенций и успеваемостью. Функциональность цифрового двойника может быть расширена за счет прогнозирования мероприятий по улучшению успеваемости через развитие личностных качеств студентов. Интеграция данных о предыдущих успехах поможет выявить ключевые факторы успешности обучения, разработать адаптивные образовательные программы.

Таким образом, цифровые двойники обеспечивают мониторинг текущих достижений и предсказание будущих успехов студентов, что способствует более персонализированному подходу к обучению и повышению эффективности образовательного процесса для подготовки бакалавров в условиях цифровой экономики.

### Список литературы

1. Van der Valk, H. A taxonomy of digital twins / H. Van der Valk // 26th Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2020. – 2020. – No. 8. – P. 1–10.
2. Байденко, В.И. Компетенции в профессиональном образовании (к освоению компетентностного подхода) / В.И. Байденко // Высшее образование в России. – 2004. – Т. 11. – С. 3–13.
3. Болотов, В.А. Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе / В.А. Болотов, В.В. Сериков // Педагогика. – 2003. – Т. 10. – С. 8–14.
4. Зеер, Э.Ф. Идентификация универсальных компетенций выпускников работодателем / Э.Ф. Зеер, Д.П. Заводчиков // Высшее образование в России. – 2007. – Т. 11. – С. 39–45.
5. Зимняя, И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования / И.А. Зимняя // Эйдос: Интернет журнал (2006) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [www.eidos.ru](http://www.eidos.ru).
6. Касьянова, Е.В. Развитие гибких навыков, профессионально-значимых для IT-специалистов / Е.В. Касьянова // Педагогическая информатика. – 2023. – Т. 3. – С. 178–191.
7. Ahmed, F. Soft Skills and Software Development: A Reflection from the Software Industry / F. Ahmed // Int. J. Inf. Process. Manag. – 2015. – Vol. 4.
8. Широкопояс, А. Три главных критерия подбора-2020: опыт, hard skills и soft skills / А. Широкопояс // Компетенции, 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://hr-media.ru/tri-glavnyh-kriteriya-podbora-2018-opyt-hard-skills-i-soft-skills>.
9. Riss, U.V. Digital Twins of an Organization for Enterprise Modeling / U.V. Riss, 2020. – P. 25–40.
10. Caporuscio, M. Architectural Concerns for Digital Twin of the Organization / M. Caporuscio, 2020. – P. 265–280.
11. Masaev, S.N. Digital twin in advanced training of engineering specialists / S.N. Masaev // J. Phys. Conf. Ser. – 2021. – Vol. 1889. – No. 2. – P. 022045.
12. Мандрикова, Е.Ю. Разработка опросника самоорганизации деятельности / Е.Ю. Мандрикова // Психологическая диагностика. – 2010. – Т. 2. – С. 87–111.
13. Ступко, И.С. Применение BPM-систем для управления эффективностью бизнес-процессов высших учебных заведений и обучения студентов / И.С. Ступко, М.Г. Дорпер, Е.М. Гриценко // Естественные и технические науки. – 2023. – Т. 7(182). – С. 114–117.
14. Гриценко, Е.М. Анализ процесса начисления стипендий в учреждении высшего образования с использованием модели зрелости / Е.М. Гриценко // Естественные и технические науки. – 2024. – Т. 1(188). – С. 221–225.

## References

1. Van der Valk, H. A taxonomy of digital twins / H. Van der Valk // 26th Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2020. – 2020. – No. 8. – P. 1–10.
2. Baydenko, V.I. Kompetentsii v professional'nom obrazovanii (k osvoyeniyu kompetentnostnogo podkhoda) / V.I. Baydenko // Vyssheye obrazovaniye v Rossii. – 2004. – T. 11.– S. 3–13.
3. Bolotov, V.A. Kompetentnostnaya model': ot idei k obrazovatel'noy programme / V.A. Bolotov, V.V. Serikov // Pedagogika. – 2003. – T. 10. – S. 8–14.
4. Zeyer, E.F. Identifikatsiya universal'nykh kompetentsiy vypuschnikov rabotodatelem / E.F. Zeyer, D.P. Zavodchikov // Vyssheye obrazovaniye v Rossii. – 2007. – T. 11. – S. 39–45.
5. Zimnyaya, I.A. Klyuchevyye kompetentsii – novaya paradigma rezul'tata obrazovaniya / I.A. Zimnyaya // Eydos: Internet zhurnal (2006) [Electronic resource]. – Access mode : [www.eidos.ru](http://www.eidos.ru).
6. Kas'yanova, Ye.V. Razvitiye gibkikh navykov, professional'no-znachimyykh dlya IT-spetsialistov / Ye.V. Kas'yanova // Pedagogicheskaya informatika. – 2023. – T. 3. – S. 178–191.
7. Ahmed, F. Soft Skills and Software Development: A Reflection from the Software Industry / F. Ahmed // Int. J. Inf. Process. Manag. – 2015. – Vol. 4.
8. Shirokopoyas, A. Tri glavnykh kriteriya podbora-2020: opyt, hard skills i soft skills / A. Shirokopoyas // Kompetentsii, 2018 [Electronic resource]. – Access mode : <https://hr-media.ru/tri-glavnykh-kriteriya-podbora-2018-opyt-hard-skills-i-soft-skills>.
9. Riss, U.V. Digital Twins of an Organization for Enterprise Modeling / U.V. Riss, 2020. – P. 25–40.
10. Caporuscio, M. Architectural Concerns for Digital Twin of the Organization / M. Caporuscio, 2020. – P. 265–280.
11. Masaev, S.N. Digital twin in advanced training of engineering specialists / S.N. Masaev // J. Phys. Conf. Ser. – 2021. – Vol. 1889. – No. 2. – P. 022045.
12. Mandrikova, Ye.YU. Razrabotka oprosnika samoorganizatsii deyatel'nosti / Ye.YU. Mandrikova // Psikhologicheskaya diagnostika. – 2010. – T. 2. – S. 87–111.
13. Stupko, I.S. Primeneniye BPM-sistem dlya upravleniya effektivnost'yu biznes-protsessov vysshikh uchebnykh zavedeniy i obucheniya studentov / I.S. Stupko, M.G. Dorrer, Ye.M. Gritsenko // Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki. – 2023. – T. 7(182). – S. 114–117.
14. Gritsenko, Ye.M. Analiz protsessa nachisleniya stipendiy v uchrezhdenii vysshego obrazovaniya s ispol'zovaniyem modeli zrelosti / Ye.M. Gritsenko // Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki. – 2024. – T. 1(188). – S. 221–225.

© М.Г. Доррер, Е.В. Касьянова, 2025

УДК 004.8

С.Э. ЛАРИН, В.Ю. БЕЛАШ  
ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет  
имени К.Э. Циолковского», г. Калуга

## РОЛЬ ТЕХНОЛОГИЙ MAPREDUCE В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ

*Ключевые слова:* информационные технологии; машинное обучение; *Big Data*; *Hadoop*; *HDFS*; *MapReduce*.

*Аннотация.* Цель проведенного исследования – изучение технологии *MapReduce* в ее применении к анализу больших данных. Гипотеза исследования состоит в повышении эффективности обработки больших данных за счет внедрения рассматриваемой технологии, а также в расширении возможностей интеллектуальных систем с ее внедрением. Методы исследования: анализ учебной и научной литературы, компьютерное моделирование. Достигнутые результаты: проведенный анализ показал возможности внедрения технологии *MapReduce* в разработку собственного программного продукта.

Задача эффективной обработки больших данных приобретает все большую значимость в эпоху цифровой трансформации. Бесконечно растущий объем данных требует все более новых подходов к хранению и обработке. В ответ на этот вызов была разработана модель распределенных вычислений *Hadoop MapReduce*. В статье [2] был рассмотрен фреймворк *Apache Hadoop* и его основополагающие компоненты *HDFS* и *Apache MapReduce*.

В данной исследовательской работе более подробно остановимся на *MapReduce* и изучим основную концепцию работы модели, преимущества и недостатки, а также практическое применение.

*MapReduce* – это технология вычислений, реализованная в нескольких системах, в том числе в *Google* и популярной системе с открытым исходным кодом *Hadoop* [5].

Рассмотрим принцип работы *MapReduce*, ключевые аспекты и примеры практического применения данной технологии. На рис. 1 представлена архитектура фреймворка *Hadoop MapReduce*, которая демонстрирует процесс выполнения задачи распределенной обработки больших данных. Опишем более подробно архитектуру *MapReduce*.

1. Клиент: процесс начинается с формулирования конкретной задачи и отправки запроса на выполнение этой задачи в систему *MapReduce*.

2. Задание: задача разбивается на логические единицы (задания) обработки.

3. *Hadoop MapReduce* – фреймворк, получивший задание от клиента, начинает распределять это задание на подзадачи. В дальнейшем каждая подзадача отвечает за обработку определенной конкретной части входных данных.

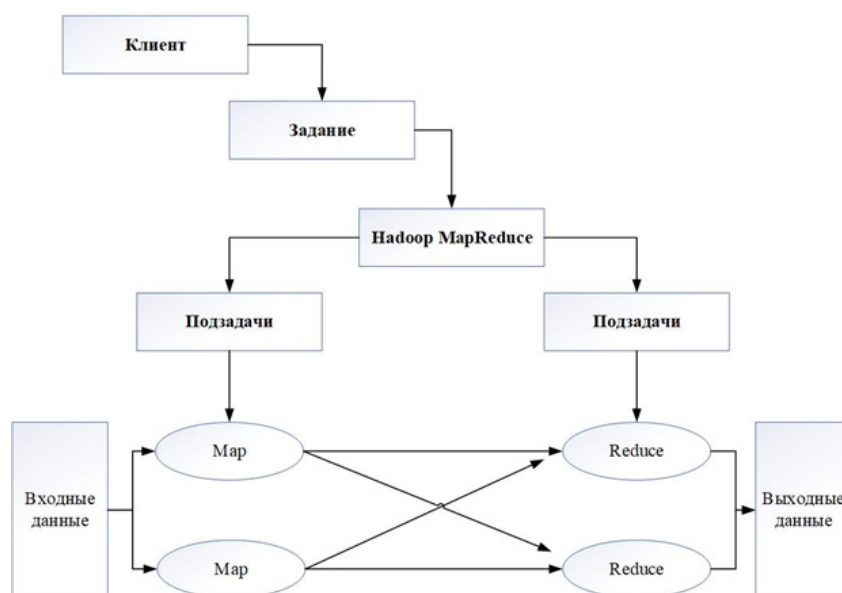
4. Подзадачи (*Map* и *Reduce*): задача делится на две ключевые стадии:

– *Map* (отображение), где входные данные распределяются между множеством узлов для обработки, каждый *Map*-узел обрабатывает свою часть данных и преобразует их в пары ключ – значение;

– *Reduce* (сведение): на этом этапе те самые пары ключ – значение сводятся для получения итоговых результатов, *Reduce* объединяет данные по общим ключам.

5. Входные и выходные данные: есть исходный набор данных, который разбивается на части и уходит на обработку к узлам *Map*. На выходных данных выдается результат задачи, сформированный после этапа *Reduce*.

Рассмотренная схема демонстрирует процесс эффективного решения задач распре-

Рис. 1. Архитектура *MapReduce*

ленной обработки данных. Подход *MapReduce* значительно упростил разработку систем для обработки и анализа данных, благодаря чему обрел свою популярность и широкое применение.

Несмотря на это, важно оценить сильные и слабые стороны фреймворка, чтобы лучше понять его возможности и ограничения, которые могут повлиять на выбор использования *MapReduce* для решения конкретных задач.

Технология *MapReduce* достаточно популярна в решении задач обработки больших данных из-за ее значительных преимуществ.

1. Масштабируемость – один из ключевых плюсов. Фреймворк дает возможность обрабатывать большое количество данных, распределенных между несколькими узлами. Это позволяет без труда добавлять и удалять узлы, тем самым эффективно управлять ресурсами в соответствии с меняющимися требованиями.

2. Надежность обеспечивается автоматически, если узел выходит из строя во время выполнения задачи, система переназначает ее на другой узел без необходимости ручного вмешательства.

3. Гибкость: фреймворк может работать с данными любых форматов и структур, что

делает его подходящим для множества задач. От анализа текстов до обработки числовых данных.

Недостатки следующие.

1. Производительность: для задач, требующих сложных вычислительных операций или глубокого анализа, фреймворк может быть неэффективен.

Процессы перетасовки и сортировки данных могут значительно замедлять выполнение задачи.

2. Сложность: вместо написания привычного последовательного кода разработчикам необходимо учитывать распределенную обработку данных, что может вызывать трудности.

3. Ограниченность: данная модель не является универсальной и не может быть применима для всех видов задач.

Ограничения [1]:

- комбинированные варианты влияния для *Reducer* (сортировка и агрегация данных); таким образом, *Reducer* – это все, что не «map»;

- администратор не обладает возможностями управления потоком данных (поток данных управляется фреймворком *Hadoop MapReduce* автоматически);

- отсутствие несложных способов налаживания работы между пересекающимися

потоками данных.

При оценке целесообразности использования *MapReduce* необходимо учитывать специфику задачи, требования к производительности, а также квалификацию разработчика.

*MapReduce* обрел широкое распространение во многих областях, где требуются обработка и анализ больших данных. Перейдем к рассмотрению практического применения данной технологии в российских компаниях.

Одним из наиболее ярких примеров использования технологии *MapReduce* является компания Яндекс. Она активно использует технологии, которые основаны на парадигме *MapReduce*.

В частности, компания разработала собственную *MapReduce*-систему под названием *Yandex Table (YT)*, предназначенную для эффективной обработки больших объемов информации. *YT* обеспечивает параллельную обработку данных, что позволяет Яндексу эффективно индексировать веб-страницы и выполнять другие задачи, связанные с анализом больших данных. Кроме того, Яндекс внедрил технологию *Real Time MapReduce*, которая ускоряет обработку данных и обеспечивает более быструю реакцию на действия пользователей [2].

Еще один крупный гигант на российском

рынке – Сбер – активно использует данную технологию. В рамках этой платформы Сбер разработал супермаркет данных – хранилище, которое объединяет разнообразные источники информации [4]. С использованием *MapReduce* обеспечиваются параллельное выполнение задач и высокая скорость обработки.

Таким образом, *MapReduce* стал ключевым инструментом для обработки и анализа больших объемов информации, и его применение на российском рынке это демонстрирует.

Технология *MapReduce* предоставляет эффективное решение для обработки больших данных в распределенных системах, обладая такими преимуществами, как масштабируемость, отказоустойчивость и простота реализации. Однако она имеет ряд недостатков, включая низкую производительность для итеративных задач, высокие задержки и ограниченную поддержку сложных вычислений.

В данной статье был рассмотрен фреймворк *Hadoop MapReduce*, который представляет собой одну из ключевых технологий для распределенной обработки больших данных. Особое внимание было уделено принципу работы технологии *MapReduce*, этапам обработки данных, а также ее преимуществам и недостаткам.

### Список литературы

1. Hadoop MapReduce. Основные концепции и архитектура (Платформа Hadoop. Часть 3) // Codeinstinct [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.codeinstinct.pro/2012/08/mapreduce-design.html>.
2. YT: зачем Яндексу своя MapReduce-система и как она устроена // Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/companies/yandex/articles/311104>.
3. Ларин, С.Э. Потенциал Apache Hadoop в области обработки и анализа больших данных / С.Э. Ларин, В.Ю. Белаш // Перспективы науки. – 2024. – № 4(175). – С. 116–118.
4. Сбербанк нашел разработчиков супермаркета данных // TADVISER [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://www.tadviser.ru/index.php/Проект:Сбербанк\\_РФ](https://www.tadviser.ru/index.php/Проект:Сбербанк_РФ).
5. Юре, Л. Анализ больших наборов данных / Л. Юре, Р. Ананд, Д.У. Джеффри ; перевод с английского А.А. Слинкин. – М. : ДМК Пресс, 2016. – 498 с.

### References

1. Hadoop MapReduce. Osnovnyye kontseptsii i arkhitektura (Platforma Hadoop. Chast' 3) // Codeinstinct [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.codeinstinct.pro/2012/08/mapreduce-design.html>.
2. YT: zachem Yandeksu svoya MapReduce-sistema i kak ona ustroyena // Khabr [Electronic resource]. – Access mode : <https://habr.com/ru/companies/yandex/articles/311104>.
3. Larin, S.E. Potentsial Apache Hadoop v oblasti obrabotki i analiza bol'shikh dannykh /

S.E. Larin, V.YU. Belash // Perspektivy nauki. – 2024. – № 4(175). – S. 116–118.

4. Sberbank nashel razrabotchikov supermarketa dannykh // TADVISER [Electronic resource]. – Access mode : [https://www.tadviser.ru/index.php/Proyekt:Sberbank\\_RF](https://www.tadviser.ru/index.php/Proyekt:Sberbank_RF).

5. Yure, L. Analiz bol'shikh naborov dannykh / L. Yure, R. Anand, D.U. Dzheffri ; perevod s angliyskogo A.A. Slinkin. – M. : DMK Press, 2016. – 498 s.

---

© С.Э. Ларин, В.Ю. Белаш, 2025



УДК 621

Т.Г. ОРЕШЕНКО, И.В. НАЗАРОВ, А.С. ЧАПАЕВА

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

## РАЗРАБОТКА СХЕМЫ БОРТОВОГО НАГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА

**Ключевые слова:** амплитудно-фазовая частотная характеристика; бортовое нагрузочное устройство; вольтамперные характеристики; нагрузочный элемент; солнечные панели.

**Аннотация.** Разработка и внедрение нагрузочного элемента, основанного на транзисторной схеме с обратной связью, позволит точно и эффективно измерять вольтамперные характеристики солнечных батарей, используемых на борту малых космических аппаратов типа *CubeSat*, при этом минимизируя энергопотребление устройства и обеспечивая устойчивость к условиям орбитальной эксплуатации. Целью представленной работы является разработка схемы нагрузочного устройства.

Данная цель определила необходимость постановки и решения основных задач.

1. Разработать нагрузочный элемент для измерения характеристик солнечных батарей, предназначенных для эксплуатации на борту малых космических аппаратов типа *CubeSat*.

2. Создать схему управления нагрузочным элементом, основанную на транзисторной технологии с обратной связью, для точного регулирования силы тока и снятия вольтамперных характеристик солнечных батарей.

3. Обеспечить интеграцию нагрузочного элемента в системы спутника с использованием микроконтроллера и интерфейса *CAN* для передачи данных и управления устройством.

4. Минимизировать энергопотребление устройства и оптимизировать его работу в условиях ограниченных ресурсов и температурных колебаний, характерных для космической среды.

Для достижения цели использовались такие методы, как математическое моделирование

ЛАХ, ФЧХ и переходных процессов.

Солнечные панели, будучи ключевым элементом системы электропитания космического аппарата, подвержены изменениям характеристик из-за воздействия условий открытого космоса, включая радиационный фон, микрометеоритную эрозию и спектральные изменения солнечного излучения. Ускоренная деградация солнечных панелей на орбите приводит к снижению их эффективности, что делает необходимым постоянный мониторинг их параметров.

Бортовое нагрузочное устройство, разработанное для оценки характеристик солнечных батарей в процессе их эксплуатации на базе малых космических аппаратов формата *CubeSat*, представляет собой специализированный прибор, выполняющий функции сбора данных об освещенности, температуре, а также о токах и напряжениях, генерируемых солнечными панелями. Основная задача устройства – обеспечить точное измерение характеристик солнечных батарей, их анализ и передачу обработанных данных на Землю для последующей оценки эффективности работы солнечных панелей в условиях реального космоса.

Разработка нагрузочного элемента требует учета специфики его применения, особенно в условиях эксплуатации на борту космических аппаратов, таких как *CubeSat*. Наиболее универсальным и компактным решением в данном случае выступают транзисторные схемы, реализующие управляемую нагрузку, где параметр тока или напряжения регулируется по заданному алгоритму.

Для обеспечения устойчивости данной системы требуется провести моделирование устойчивости и рассчитать частотные характеристики схемы, скорректировать ее и разрабо-

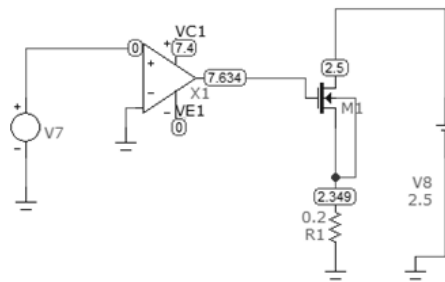


Рис. 1. Модель разомкнутого контура нагрузочного элемента в *MicroCAP 12*

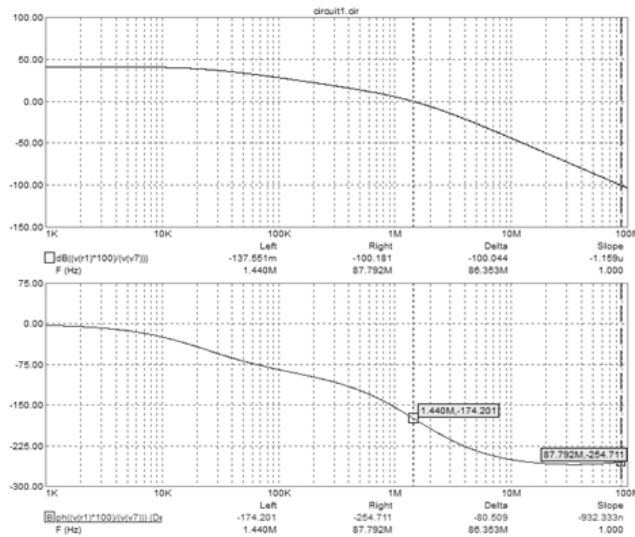


Рис. 2. Частотные характеристики нескорректированного нагрузочного элемента

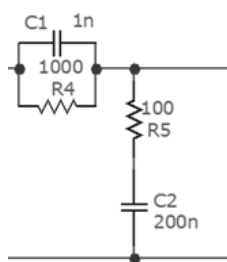


Рис. 3. Модель корректирующего устройства

тать схему подключения.

Модель нагрузочного элемента представлена на рис. 1, частотные характеристики – на рис. 2.

Запас по фазе составляет 6 градусов, что означает, что в системе наблюдаются колебательные процессы со значительным пере-

гулированием. Для того чтобы улучшить переходной процесс, введем в модель интегрирующее корректирующее устройство (рис. 3).

Получены частотные характеристики скорректированной системы (рис. 4). Как видно из полученных характеристик, запас по фазе

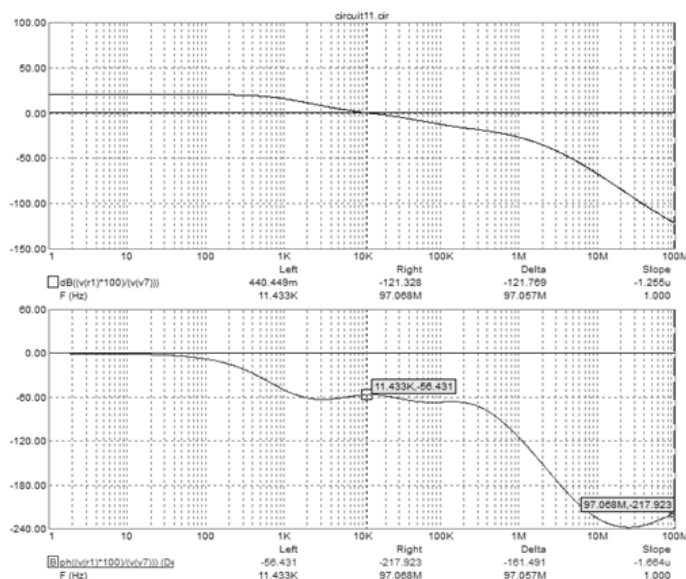


Рис. 4. Частотные характеристики скорректированного нагрузочного устройства

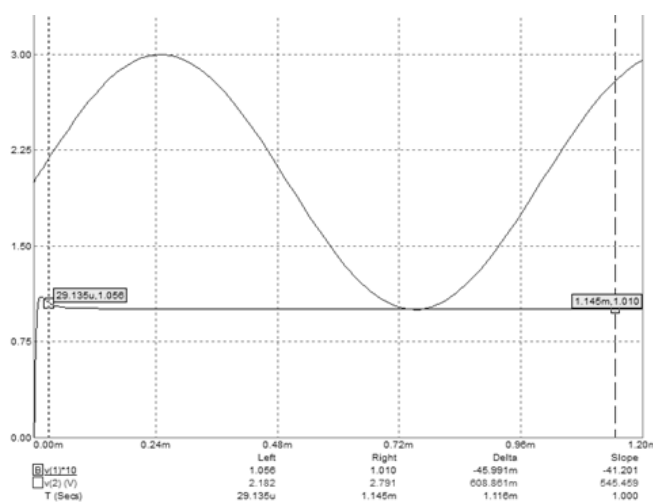


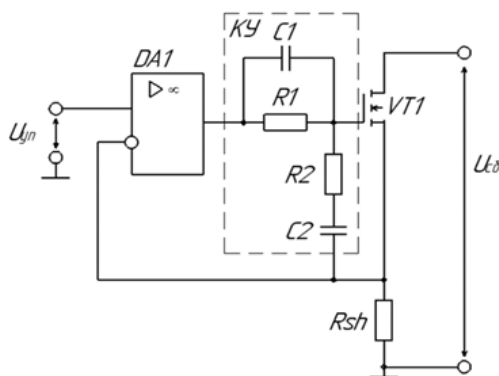
Рис. 5. Переходные процессы скорректированного нагрузочного элемента

увеличился до 123,5 градусов, что показывает значительное улучшение параметров устойчивости нагрузочного элемента.

Солнечная батарея, в зависимости от нагрузки, представляет либо источник тока при низких нагрузках, либо источник напряжения при высоких, поэтому нагрузочное устройство должно быть устойчивым к изменению напряжения в цепи измеряемого источника, поддерживая заданную силу тока в цепи. Также время регулирования системы должно быть минимальным, так как процесс сбора данных связан с выделением на транзисторе мощности, выра-

батываемой солнечной батареей. Единственный путь для снижения общей выделенной мощности заключается в уменьшении времени, затраченного на снятие характеристик, для этого переходные процессы должны проходить как можно быстрее. Переходной процесс с синусоидальным сигналом возмущения в канале стока МОП транзистора со стабилизируемым операционным усилителем тока в 500 мА приведен на рис. 5.

Система устойчива при изменении напряжения в цепи измеряемого источника, переходные процессы завершаются за 29 микро-



**Рис. 6.** Нагрузочный элемент на основе полевого транзистора и операционного усилителя с корректирующим устройством: КУ – корректирующее устройство;  $Rsh$  – шунт;  $U_{уп}$  – управляющий сигнал;  $U_{сб}$  – напряжение солнечной батареи

секунд.

Электрическая принципиальная схема скорректированного нагрузочного элемента представлена на рис. 6.

Таким образом, разработка нагрузочного элемента для испытания солнечных батарей, используемых на борту малых космических ап-

паратов, позволила создать устройство, соответствующее требованиям надежности, точности и минимального энергопотребления в условиях космической эксплуатации. Основой решения стала транзисторная схема с обратной связью, стабилизирующей ток в цепи и обеспечивающей высокую точность измерений.

### Список литературы

1. Колтун, М.М. Солнечные элементы: «Планета Земля и Вселенная» / М.М. Колтун ; составитель, автор вступительной статьи и примечаний Н.С. Беляев. – М. : БАН, 2017. – 192 с.
2. Конструкция и варианты комплектации нагрузочных модулей. «Электрик-Мастер» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://elektrik-master.ru/articles/operating-modules-construction-and-complentation.html>.
3. Повный, А.Н. Характеристики солнечных батарей : Электрик Инфо – онлайн-журнал про электричество. Теория и практика [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://elektrik.info/main/energy/1550-kharakteristiki-solnechnyh-batarey.html>.
4. Основные особенности стандарта CubeSat : Научно-образовательный проект Space-Pi [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://spacepi.space/wiki/article/chto-takoe-cube-sat-kubsat>.
5. Титце, У. Полупроводниковая схемотехника: 12-е издание Том I / У. Титце, К. Шенк. – М. : ДМК пресс, 2008 . – 832 с.

### References

1. Koltun, M.M. Solnechnyye elementy: «Planeta Zemlya i Vselennaya» / M.M. Koltun ; sostavitel', avtor vstupitel'noy stat'i i primechanii N.S. Belyayev. – M. : BAN, 2017. – 192 s.
2. Konstruktsiya i varianty komplektatsii nagruzochnykh moduley. «Elektrik-Master» [Electronic resource]. – Access mode : <https://elektrik-master.ru/articles/operating-modules-construction-and-complentation.html>.
3. Povnyy, A.N. Kharakteristiki solnechnykh batarey : Elektrik Info – onlayn-zhurnal pro elektrichestvo. Teoriya i praktika [Electronic resource]. – Access mode : <https://elektrik.info/main/>

energy/1550-harakteristiki-solnechnyh-batarey.html.

4. Osnovnyye osobennosti standarta CubeSat : Nauchno-obrazovatel'nyy proyekt Space-Pi [Electronic resource]. – Access mode : <https://spacepi.space/wiki/article/chto-takoe-cube-sat-kubsat>.

5. Tittse, U. Poluprovodnikovaya skhemotekhnika: 12-ye izdaniye Tom I / U. Tittse, K. Shenk. – M. : DMK press, 2008 . – 832 s.

---

© Т.Г. Орешенко, И.В. Назаров, А.С. Чапаева, 2025

УДК 621

Т.Г. ОРЕШЕНКО, А.Я. ШАМЛИЦКИЙ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ БЛОКА РЕКТИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА БУТИЛОВЫХ СПИРТОВ

*Ключевые слова:* методы исследования; наноконкомпозиты; наномодифицированные материалы; спектроскопия импеданса; частотные характеристики.

*Аннотация.* Целью статьи является разработка методики исследования частотных характеристик наномодифицированных материалов. Задачами работы являются проведение экспериментов над образцами из наномодифицированных материалов, построение импедансных характеристик, определение эквивалентной схемы образцов, расчет относительной погрешности в диапазоне наводимых частот. Считается, что наночастицы улучшают свойства материалов за счет изменений их структуры. Для проверки гипотезы проведены эксперименты и сравнение результатов с теоретическими моделями.

В последние годы наблюдается стремительное развитие наномодифицированных материалов, обладающих уникальными физико-химическими свойствами, которые перспективны для применения в различных областях, таких как электроника, сенсорные технологии и медицина. Поэтому необходима методика исследования частотных характеристик композиционных образцов, чтобы использовать их для идентификации образцов. В настоящее время существуют следующие методики исследования частотных характеристик материалов: экспериментальные методики (наблюдения, тестирования, измерения), теоретические подходы (моделирование, расчеты), статистические методы (анализ данных), а также качественные и количественные методы для описания и изменения свойств.

Для разработки методики регистрации импеданса были проведены испытания с образцами из одинакового наномодифицированного материала разных размеров для определения зависимости импедансных характеристик от геометрических параметров образца. Наномодифицированный композиционный материал содержал 1 % матрикс, 10 % карбида кремния и 89 % эпоксидной смолы.

Размеры композиционного образца номер 1: 20x15x2 мм. Схема расположения проводника под композитом показана на рис. 1б. Внешний вид композиционного образца 1 показан на рис. 1а.

Размеры композиционного образца номер 2: 20x10x2 мм. Схема расположения проводника под композитом показана на рис. 2б. Внешний вид композиционного образца 2 показан на рис. 2а.

Из графика на рис. 3 видно, что на частоте 10 КГц минимальное импедансное искажение и минимум шумовых воздействий. На рис. 4 приведена диаграмма Найквиста для определения схемы замещения для двух образцов, где  $Z_1$  и  $Z_2$  – полная внутренняя характеристика образцов (Ом),  $X_1$  и  $X_2$  – реактивное сопротивление образцов (Ом). Из диаграммы Найквиста можно получить схемы замещения для двух образцов путем анализа формы кривой: полукруги соответствуют  $RC$ -цепям, прямые участки указывают на диффузионные элементы, а горизонтальные сдвиги отражают наличие сопротивлений (рис. 5).

Из рис. 6 видно, что измеритель частотных характеристик (ИЧХ) схемы замещения повторяет ИЧХ образцов, снятых в реальных условиях с помощью  $RLC$ -метра.

Импедансная спектроскопия часто проводится на частоте 10 килогерц по следующим

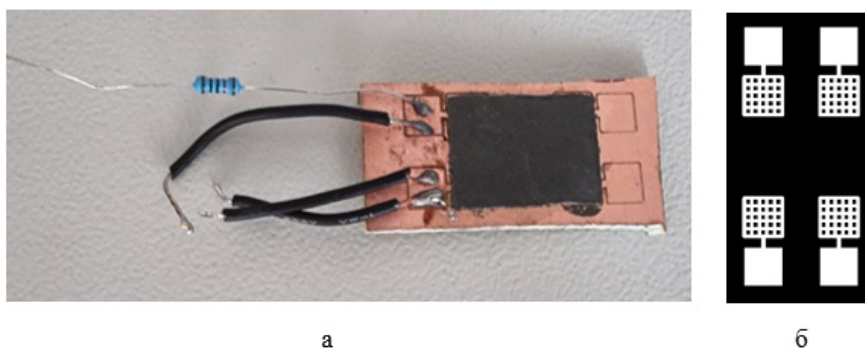


Рис. 1. Образец номер 1: а – внешний вид образца с нанесенным материалом; б – использованная подложка

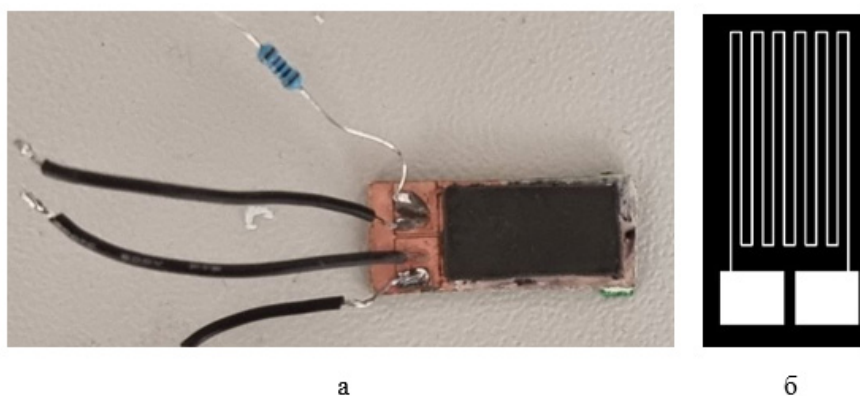


Рис. 2. Образец номер 2: а – внешний вид образца с нанесенным материалом; б – использованная подложка

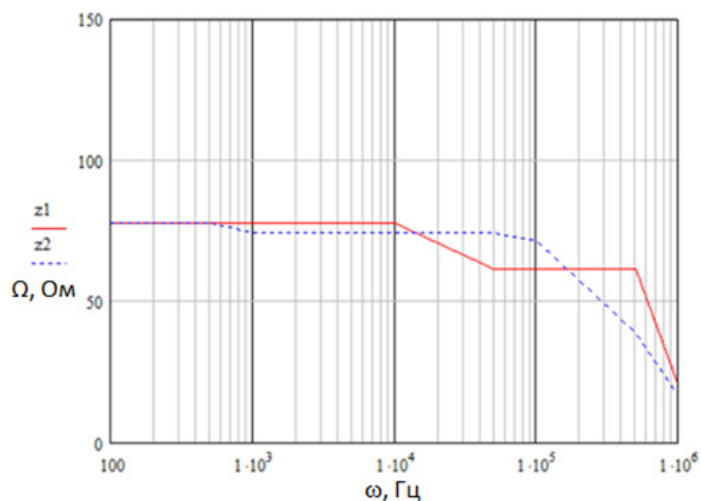


Рис. 3. График импедансной частотной характеристики  $Z_{вх}(\omega)$

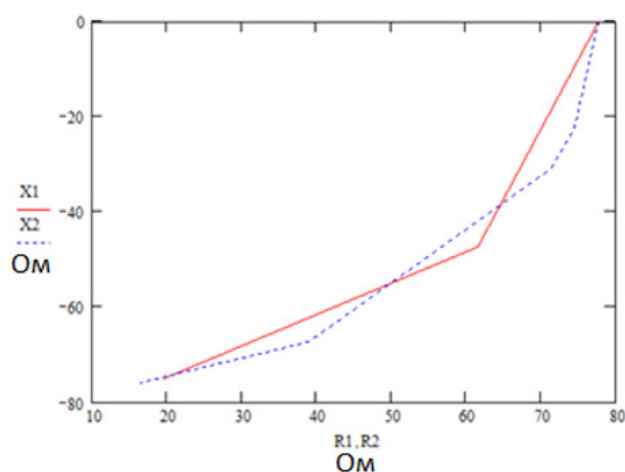


Рис. 4. Диаграмма Найквиста для образцов

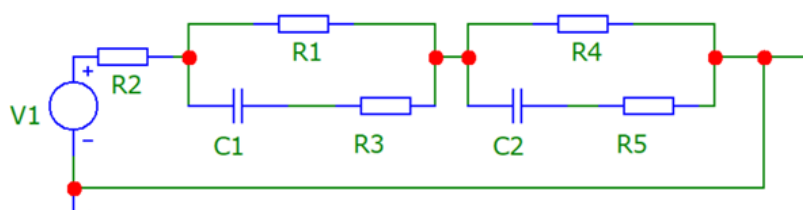


Рис. 5. Электрическая схема замещения

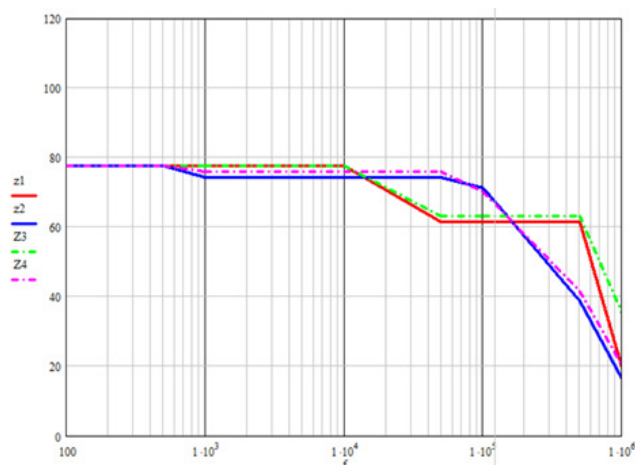


Рис. 6. График ИЧХ схемы замещения и образцов

причинам:

- оптимальный диапазон частот: частота 10 кГц достаточно высока, чтобы подавить низкочастотный шум и поляризационные эффекты, но достаточно низка, чтобы избежать паразитных индуктивных и емкостных

эффектов;

- избегание резонансов: частота 10 кГц находится за пределами резонансных частот большинства материалов, что помогает избежать искажений импедансных измерений;
- простота реализации.



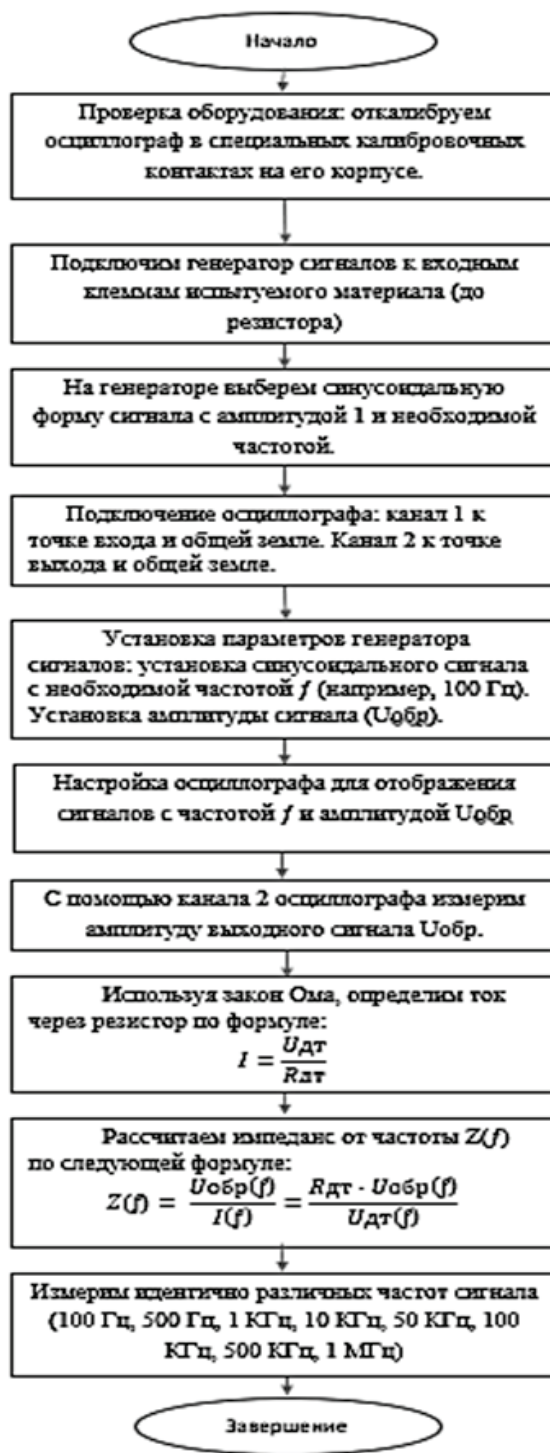


Рис. 7. Методика измерений частотных характеристик

В заключение получим методику измерения частотных характеристик для образцов (рис. 7). Методика проста и удобна благодаря использованию доступного оборудования и понятным шагам измерений. Она позволяет

быстро и точно исследовать частотные характеристики образцов. Ограничение методики – зависимость точности от качества настройки приборов и условий эксперимента. Также она менее эффективна для материалов с сильными

искажениями на высоких частотах. Методика может быть использована для исследования импедансных характеристик в автоматическом режиме.

### Список литературы

1. Амплитудно-фазовая частотная характеристика [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Амплитудно-фазовая\\_частотная\\_характеристика](https://ru.wikipedia.org/wiki/Амплитудно-фазовая_частотная_характеристика).
2. Частотные характеристики конденсаторов. Импеданс и ESR [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://chipenable.ru/index.php/electronic-components/item/172-impedance-esr-condensatorov.html?tmpl=component&print=1>.
3. Частотные характеристики систем автоматического управления (АФЧХ, ЛАХ, ФЧХ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/articles/526190>.
4. Frequency response [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://en.wikipedia.org/wiki/Frequency\\_response](https://en.wikipedia.org/wiki/Frequency_response).
5. Частотные характеристики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://toehelp.ru/theory/tau/lecture06.htm>.
6. Электрический импеданс [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Электрический\\_импеданс](https://ru.wikipedia.org/wiki/Электрический_импеданс).
7. Электрический импеданс: определение, принципы, выражение [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://electricalschool.info/spravochnik/electroteh/2159-что-такое-электрический-импеданс.html>.

### References

1. Amplitudno-fazovaya chastotnaya kharakteristika [Electronic resource]. – Access mode : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Amplitudno-fazovaya\\_chastotnaya\\_kharakteristika](https://ru.wikipedia.org/wiki/Amplitudno-fazovaya_chastotnaya_kharakteristika).
2. Chastotnyye kharakteristiki kondensatorov. Impedans i ESR [Electronic resource]. – Access mode : <https://chipenable.ru/index.php/electronic-components/item/172-impedance-esr-condensatorov.html?tmpl=component&print=1>.
3. Chastotnyye kharakteristiki sistem avtomaticheskogo upravleniya (AFCHKH, LAKH, FCHKH) [Electronic resource]. – Access mode : <https://habr.com/ru/articles/526190>.
4. Frequency response [Electronic resource]. – Access mode : [https://en.wikipedia.org/wiki/Frequency\\_response](https://en.wikipedia.org/wiki/Frequency_response).
5. Chastotnyye kharakteristiki [Electronic resource]. – Access mode : <https://toehelp.ru/theory/tau/lecture06.htm>.
6. Elektricheskiy impedans [Electronic resource]. – Access mode : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Elektricheskiy\\_impedans](https://ru.wikipedia.org/wiki/Elektricheskiy_impedans).
7. Elektricheskiy impedans: opredeleniye, printsipy, vyrazheniye [Electronic resource]. – Access mode : <https://electricalschool.info/spravochnik/electroteh/2159-что-такое-электрический-импеданс.html>.

---

© Т.Г. Орешенко, А.Я. Шамлицкий, 2025

УДК 004.6

М.А. РАГОЗИНА, Д.В. ЦУРИКОВ, Д.А. СТАВЦЕВ, А.В. ТЕРПЕНЕВ  
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

## ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ: РОЛЬ BIG DATA В СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ

*Ключевые слова:* аналитика; безопасность данных; обработка данных в реальном времени; принятие решений; *Apache Kafka*; *Big Data*.

*Аннотация.* Цель исследования состоит в анализе роли технологий обработки данных в реальном времени в современных технических системах и их влияния на процесс принятия решений. Для достижения цели необходимо решить следующие задачи: изучение инструментов, таких как *Apache Kafka*, *Flink* и *Spark*, их преимуществ и ограничений, а также особенностей внедрения в различных отраслях. Пристальное внимание уделено приложениям в финансовом секторе, здравоохранении и торговле с акцентом на оперативность обработки данных и точность решений. Рассматриваются ключевые вызовы, включая необходимость в защите данных, адаптации инфраструктуры и подготовке кадров. Гипотеза состоит в предположении, что использование технологий реальной обработки данных позволяет компаниям оперативно адаптироваться к изменениям, оптимизировать процессы и оставаться конкурентоспособными. Методология исследования включает анализ реальных кейсов, сравнительный обзор технологий и разработку практических рекомендаций по их внедрению. Полученные результаты подтверждают, что такие технологии способствуют повышению скорости принятия решений, улучшению безопасности данных и увеличению эффективности бизнес-процессов, открывая новые возможности для компаний в быстро меняющемся мире.

ных, генерируемых каждый день, стремительно возрастает. Согласно исследованиям, объем мировых данных удваивается каждые два года. В этом контексте важным аспектом становится обработка данных в реальном времени. Традиционные системы обработки данных часто не успевают адаптироваться к быстро меняющимся условиям, что затрудняет оперативное принятие решений. Компании, не использующие технологии реальной обработки данных, рискуют отстать от конкурентов, теряя важные возможности для роста и развития.

Обработка данных в реальном времени (*real-time data processing*) представляет собой метод, позволяющий анализировать данные по мере их поступления (табл. 1). Это критически важно в условиях, когда каждая секунда может влиять на результаты бизнеса [1–2].

*Big Data* представляет собой массивы данных, которые невозможно эффективно обрабатывать традиционными методами. Применение технологий реальной обработки данных в рамках *Big Data* способствует улучшению процесса принятия решений в различных областях. Рассмотрим несколько примеров [3].

### 1. Финансовый сектор:

- обнаружение мошенничества: технологии в реальном времени позволяют выявлять аномальные транзакции, блокируя их до подтверждения;

- оценка кредитоспособности: использование алгоритмов на основе потоковых данных помогает быстро принимать решения о выдаче кредитов.

### 2. Здравоохранение:

- мониторинг состояния пациентов: устройства, собирающие данные в реальном времени, позволяют врачам реагировать

В эпоху цифровизации количество дан-

Таблица 1. Основные технологии обработки данных в реальном времени

Технология	Описание	Применение	Преимущества
<i>Apache Kafka</i>	Платформа для обработки потоков данных	Обработка событий, мониторинг	Высокая пропускная способность
<i>Apache Flink</i>	Система для потоковой обработки данных	Анализ данных, обработка событий	Поддержка сложных вычислений
<i>Apache Spark</i>	Платформа для распределенной обработки	Анализ больших данных, машинное обучение	Поддержка параллельной обработки

на критические изменения в состоянии здоровья;

- прогнозирование вспышек заболеваний: анализ данных о заболеваемости в реальном времени помогает в планировании ресурсов и предупреждении эпидемий.

### 3. Торговля:

- персонализированные предложения: системы, обрабатывающие данные о покупательских предпочтениях в реальном времени, позволяют делать рекомендации и увеличивать конверсию;

- оптимизация запасов: анализ данных о продажах в реальном времени помогает сократить издержки на хранение и избежать дефицита товаров.

Использование технологий обработки данных в реальном времени приносит множество преимуществ. Во-первых, компании получают возможность быстро реагировать на изменения в окружающей среде, что критично в условиях жесткой конкуренции. Во-вторых, высокая степень детализации данных позволяет принимать более точные и обоснованные решения. В-третьих, оптимизация бизнес-процессов становится возможной благодаря анализу данных, что ведет к увеличению общей эффективности работы.

Однако существуют и определенные вызовы. Один из наиболее значительных – это безопасность данных. Риски утечки и неправомерного доступа к информации становятся все более актуальными, и компании должны инвестировать в системы защиты данных. Кроме того, сложность интеграции новых технологий с существующими системами может стать серьезным барьером. Необходимость в мощных вычислительных ресурсах также требует значительных вложений и планирования.

Технологии обработки данных в реальном времени, особенно в контексте *Big Data*, становятся неотъемлемой частью современных технических систем. Они не только улучшают качество принятых решений, но и открывают новые возможности для бизнеса. Для того чтобы оставаться конкурентоспособными в условиях быстро меняющегося рынка, компании должны осознать значимость этих технологий и инвестировать в их внедрение:

- инвестирование в системы безопасности: увеличение защиты данных должно стать приоритетом;

- разработка гибких интеграционных решений: упрощение взаимодействия старых и новых систем;

- обучение персонала: необходимость в квалифицированных кадрах для работы с новыми технологиями [4].

В 2021 г. 25,8 % организаций в России будут применять технологии для сбора, обработки и анализа больших данных, что на 3,4 процентных пункта больше по сравнению с 2020 г. Основным источником данных является сайт компании, с которого информацию собирают 9,2 % компаний. Чуть меньше данных поступает из учетных систем организаций (*ERP*, *CRM* и другие), а также из социальных сетей (8 % и 7,2 % соответственно). Также собираются данные от мобильных операторов (6,7 %), с цифровых датчиков и *RFID*-меток (6,3 %).

Каждый источник данных предоставляет уникальную информацию, что влияет на цели и подходы анализа. Почти 60 % организаций, использующих интернет как источник больших данных, применяют его для организации продаж и маркетинга, а 25 % – для производственных процессов. Анализ данных из систем

бухгалтерского учета также актуален для большинства компаний (42 % и 47 % соответственно). Около 20 % организаций используют информацию, передаваемую между устройствами, а также данные с цифровых датчиков и *RFID*-меток, в основном для обеспечения безопасности.

В 2021 г. технологии сбора, обработки и анализа больших данных окажутся наиболее востребованы в финансовом секторе, где 45,5 % компаний уже используют их для борьбы с мошенничеством, оценки кредитоспособности и управления активами. В будущем сочетание анализа больших данных и искусственного интеллекта позволит финансовым и страховым учреждениям адаптировать предложения, а также оценивать расходы и образ жизни клиентов.

ИТ-компании (33,3 %) и сектор информационных технологий (32,9 %) не только активно используют большие данные, но и разрабатывают инновационные решения для других отраслей, включая обучение голосовых помощников и приложений для «умного дома». В ритейле (32,3 % в 2021 г.) анализ данных стал ключевым инструментом: он помогает изучать пове-

дение потребителей, выявлять тренды, прогнозировать спрос, оптимизировать предложения и снижать затраты. Это особенно важно для управления скоропортящимися товарами, где точные прогнозы позволяют минимизировать убытки и улучшать логистику.

Большие данные уже становятся важным товаром, и их роль в экономике будет продолжать расти. Компании используют эти данные для реорганизации бизнес-процессов, адаптации к изменениям, персонализации обслуживания и управления текущей деятельностью. Технологии, применяемые для сбора, обработки и анализа больших данных, тесно интегрируются с другими цифровыми технологиями, такими как Интернет вещей, облачные сервисы, цифровые платформы и решения для предсказательной аналитики.

Таким образом, успешная реализация технологий обработки данных в реальном времени требует комплексного подхода и готовности к изменениям. Компании, которые смогут адаптироваться к новым условиям и использовать преимущества *Big Data*, будут иметь значительное конкурентное преимущество в будущем.

### Список литературы

1. Архипова, Е.С. Роль обработки «больших данных» в управлении современным предприятием / Е.С. Архипова // *Огарев-Online*. – 2019. – № 7(128). – С. 1–6.
2. Соколянский, В.В. Технологии BIG DATA и их инсталляции в экономические исследования / В.В. Соколянский, Б.С. Пашков // *Вопросы экономических наук*. – М. – 2015. – Т. 74. – № 4. – С. 167–169.
3. Марц, Н. Большие данные. Принципы и практика построения масштабируемых систем обработки данных в реальном времени / Н. Марц, Дж. Уоррен. – М. : Вильямс, 2016. – С. 356.
4. Гобарева, Я.Л. Возможности технологии Big Data для повышения качества эксплуатации CRM-систем / Я.Л. Гобарева, О.Ю. Городецкая, Е.Р. Кочанова // *Транспортное дело России*. – 2015. – № 5. – С. 62–63.
5. Клеменков, П.А. Большие данные: современные подходы к хранению и обработке / П.А. Клеменков, С.Д. Кузнецов // *Труды ИСП РАН*. – 2012. – № 23. – С. 143–156.

### References

1. Arkhipova, Ye.S. Rol' obrabotki «bol'shikh dannykh» v upravlenii sovremennym predpriyatiyem / Ye.S. Arkhipova // *Ogarev-Online*. – 2019. – № 7(128). – S. 1–6.
2. Sokolyanskiy, V.V. Tekhnologii BIG DATA i ikh installyatsii v ekonomicheskiye issledovaniya / V.V. Sokolyanskiy, B.S. Pashkov // *Voprosy ekonomicheskikh nauk*. – M. – 2015. – T. 74. – № 4. – S. 167–169.
3. Marts, N. Bol'shiye dannyye. Printsipy i praktika postroyeniya masshtabiruyemykh sistem obrabotki dannykh v real'nom vremeni / N. Marts, Dzh. Uorren. – M. : Vil'yams, 2016. – S. 356.
4. Gobareva, YA.L. Vozmozhnosti tekhnologii Big Data dlya povysheniya kachestva ekspluatatsii

CRM-sistem / YA.L. Gobareva, O.YU. Gorodetskaya, Ye.R. Kochanova // Transportnoye delo Rossii. – 2015. – № 5. – S. 62–63.

5. Klemenkov, P.A. Bol'shiye dannyye: sovremennyye podkhody k khraneniyu i obrabotke / P.A. Klemenkov, S.D. Kuznetsov // Trudy ISP RAN. – 2012. – № 23. – S. 143–156.

---

© М.А. Рагозина, Д.В. Цуриков, Д.А. Ставцев, А.В. Терпeneв, 2025

УДК 004.056

И.С. ЖАРОВ<sup>1</sup>, О.И. ДЕНИСЕНКО<sup>2</sup>, Е.А. ЯНКИН<sup>1</sup>, И.А. ЦЕЛИКОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФКОУ ВО «Владимирский юридический институт Федеральной службы исполнения наказаний России», г. Владимир;

<sup>2</sup>ФКОУ ВО «Самарский юридический институт Федеральной службы исполнения наказаний России», г. Самара

## О ВОЗМОЖНОСТЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ ФСИН РОССИИ

*Ключевые слова:* блокчейн; информационная безопасность; уголовно-исполнительная система Российской Федерации; цифровая трансформация; цифровизация; цифровые технологии.

*Аннотация.* В данном исследовании рассмотрены перспективы использования современных инновационных технологий в области информационной безопасности при организации учебного процесса в образовательных организациях ФСИН России. Цель работы – проанализировать возможности технологии блокчейн для применения в образовательных организациях ФСИН России. Методы исследования: изучение источников информации, методы анализа и обобщения. Рассмотренные проблемы позволяют поднять вопрос в аспекте грамотного и структурированного анализа организации учебного процесса в современной информационной тенденции. Применение технологии блокчейн позволит усовершенствовать образовательный процесс при интеграции данной технологии с существующей инфраструктурой образовательных организаций ФСИН России.

В соответствии с Концепцией развития уголовно-исполнительной системы Российской Федерации (УИС) на период до 2030 г. одним из основных направлений становления современной пенитенциарной системы являются проведение цифровой трансформации и внедрение цифровых технологий во все сферы деятельности ее учреждений и органов (на основании главы XIV «Цифровая трансформация и

научно-техническое развитие уголовно-исполнительной системы») [1]. Кроме того, для повышения эффективности и устойчивости УИС необходимо оптимизировать систему управления персоналом. Выполнение данного аспекта возможно, в том числе и с помощью технологии блокчейн совместно с аналитикой данных, обеспечивая при этом прозрачность и безопасность данных в УИС [2].

В настоящее время проводится внедрение новых информационных технологий в деятельность пенитенциарной системы, позволяющих наиболее эффективно обеспечить ее деятельность, в том числе и для образовательных организаций ФСИН России. Считаем необходимым отметить, что одной из основных целей цифровой трансформации УИС является внедрение технологий, в первую очередь помогающих обеспечить безопасное функционирование информационных систем, так как сотрудники УИС могут работать с документами, содержащими государственную тайну и информацию для служебного пользования. С этой целью необходимо рассмотреть технологию блокчейн, которая обладает высоким уровнем защиты от киберугроз.

В качестве примера стоит отметить передовые образовательные организации высшего образования, которые уже внедряют «плоды цифровизации». Так, в 2022 г. выпускники Физтех-школы прикладной математики и информатики Московского Физико-технического института получили магистерские дипломы в виде невзаимозаменяемых токенов *NFT* на базе блокчейна. Официальный документ представлен в виде графического видеообъекта, также выделены вся необходимая информация и реквизи-

ты. Выдача таких дипломов исключает возможность подделки, что нельзя сказать о бумажных носителях, а также соблюдаются принципы сохранности и отслеживаемости. Обратился к современным технологиям и Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». Например, такие дипломы получили выпускники программ дополнительного профессионального образования правового факультета в 2023 г. Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации и Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова предлагают освоить курсы по направлениям, например, смарт-контракты и блокчейн-технологии. Такие программы рассчитаны для обучения ИТ-специалистов, государственных служащих, а также сотрудников правоохранительных органов и других категорий обучающихся. После окончания обучения и успешной сдачи итоговой аттестации выдается удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

Блокчейн (*blockchain* от английского *block* – «блок» и *chain* – «цепочка») – это технологическая база данных (неизменяемый реестр), состоящая из определенных правил цепочки блоков, в которых хранится информация обо всех проведенных операциях, кроме того, в системе используются криптографические элементы для обеспечения безопасного обращения данных [3]. Изначально блокчейн-технология задумывалась как децентрализованный способ записи и верификации цифровых транзакций. Однако ее потенциал далеко выходит за рамки финансовой сферы.

Благодаря своей уникальной архитектуре – неизменяемому, распределенному реестру – блокчейн нашел применение в самых разных областях: от здравоохранения и логистики до управления цифровыми правами и обеспечения кибербезопасности. Образование стало одной из наиболее перспективных сфер применения этой революционной технологии. В образовательной деятельности блокчейн может решить ряд отдельных проблем, связанных с достоверностью результатов учебной деятельности, сертификатов и т.д. Несмотря на эти аспекты, потенциальные преимущества блокчейна в образовании, а именно повышение прозрачности, безопасности и эффективности образовательной деятельности, делают его перспективным инструментом для модернизации системы образования в XXI в., в том числе и при

обучении будущих сотрудников УИС. Дальнейшие исследования и разработки в этой области позволят раскрыть все преимущества технологии. Применение такого инновационного подхода к работе УИС поможет создать надежный механизм контроля за данными и предотвратить возможные нарушения безопасности [3].

К вышеуказанному важным считаем добавить, что ряд технологий цифровизации может быть внедрен и в образовательные организации ФСИН России. Актуальность применения технологии блокчейн для образовательных организаций ФСИН России обусловлена следующими факторами.

1. Прозрачный и надежный учет процесса обучения: блокчейн позволяет создать неизменяемый и защищенный от подделок реестр успеваемости каждого обучающегося. Вместо бумажных журналов и потенциально подверженных ошибкам электронных баз данных, вся информация о посещаемости, выполненных заданиях, оценках и прочих показателях может фиксироваться в блокчейне.

2. Также можно провести интеграцию технологии блокчейн с электронными журналами успеваемости обучающихся. После ввода и отправки дополнительных сведений в цепочке появляется новый блок.

3. Кроме этого, стоит отметить, что удалять и редактировать записи (блоки) в блокчейне нельзя. Объединение цепочек происходит с помощью добавления хеша предыдущего блока (хэш – это результат работы хэш-функции, своего рода уникальный цифровой отпечаток, который можно присвоить любому файлу). Стоит отметить, что, в отличие от шифрования, он не имеет правильных ключей для обратного процесса (дешифрования), который состоит из уникальных букв и цифр. Например, использование популярного алгоритма *SHA-256* преобразует информацию с удостоверения «кандидат в мастера спорта» курсанта в одну строку, состоящую из букв и цифр. Кроме этого, объем информации в целом не будет иметь значения. Так, словосочетание «ученая степень» будет иметь следующий вид: *32141d02b9422e63c64679067542f62d489d07dfeae197785c3e8ad10f601c7b*.

Также технология позволяет внедрить в себя программный код, выполняющий заданные условия между, например, двумя сторонами (смарт-контракт), что будет полезно для



создания платформы, где будет вестись автоматизированный учет выполнения учебной (преподавательской) и другой педагогической (внеучебной) работы профессорско-преподавательского состава образовательных организаций ФСИИ России. Так, в данную платформу можно заносить как данные публикационной активности профессорско-преподавательского состава, время проведения консультаций и т.д., так и сведения по успеваемости обучающихся (в том числе для расчета среднего балла обучающихся по различным дисциплинам).

Возможна автоматизированная выдача дипломов на базе технологии блокчейн, например, при выполнении всех необходимых условий обучающимися образовательных организаций ФСИИ России (курсантами, студентами, слушателями): прохождение всех учебных курсов, сдачи итоговой аттестации и т.д. Такой диплом автоматически генерируется и записывается в блокчейне, что, в свою очередь, значительно ускоряет процесс его выдачи. Кроме того, цифровой документ практически невозможно сфальсифицировать.

Стоит выделить токенизацию достижений и мотивацию, на базе такой технологии есть возможность создать свои токены – цифровое выражение активов, которые можно получить, например, за успешное обучение, разработку научных материалов или участие в каких-либо мероприятиях. Это создает дополнительное положительное стимулирование для обучающихся образовательных организаций ФСИИ России, а также позволит награждать их за особые достижения. Например, при возобновлении традиции проведения квалификационных испытаний на право ношения малинового берета для курсантов в образовательных организациях ФСИИ России фиксирование и дальнейший подсчет результатов квалификационных испытаний могут выражаться в альтернативных токенах. Так, для получения малинового берета необходимо было пройти квалификационные испытания как юношам, так и девушкам. Нормативы юношей включают в себя марш-бросок, полосу препятствий, стрельбу в экстремальных условиях, рукопашный бой. У девушек – марш-бросок, полоса препятствий, стрельба в экстремальных условиях, борьба самбо [4]. За каждое пройденное испытание экзаменуемые могли бы выставлять оценки по пятибалльной шкале, а система автоматически бы переводила данную оценку в

100-балльную систему токенов, а именно оценка «4» может равняться 58–71 цифровым токенам. Предположим, что для получения малинового берета необходимо набрать 450 цифровых активов, таким образом, внося оценки, система автоматически подсчитает и отобразит результат, который, как уже отмечалось выше, будет неизменным. Нововведение позволит повысить интерес у курсантов к физическому воспитанию, а также положительной состязательности, которая, в свою очередь, укрепит служебную дисциплину и морально-психологическую обстановку.

По нашему мнению, технологию блокчейн можно опробовать на базе факультетов профессионального обучения и дополнительного профессионального образования учебных организаций ФСИИ России при обучении слушателей по основной программе профессионального обучения (программе профессиональной подготовки по должности или дополнительной профессиональной программе), программе повышения квалификации, а именно выдавать слушателям удостоверения в виде невзаимозаменяемых токенов на базе блокчейна, при этом направлять данные удостоверения в территориальные органы ФСИИ России посредством электронного документооборота. В случае успешного функционирования технологии блокчейн возможно распространить данную технологию и для всех категорий обучающихся образовательных организаций ФСИИ России.

Однако необходимо учесть специфику обучения в образовательных организациях ФСИИ России и разработать адаптированную модель, учитывающую все особенности и требования к получению образования.

Таким образом, использование технологии блокчейн в образовательных организациях ФСИИ России имеет ряд преимуществ, но для внедрения такой системы необходимы как затраты на закупку оборудования, программного обеспечения, так и затраты на переобучение сотрудников образовательных организаций ФСИИ России. Также необходима интеграция технологий блокчейна с существующей инфраструктурой образовательных организаций, что может потребовать значительных усилий. Так, при добавлении электронных дипломов необходимо будет преобразовать и документы о поступлении обучающихся в блокчейн, и т.д. Кроме того, необходимо учитывать нормативные правовые акты, касающиеся обра-

ботки персональных данных и использования такой технологии в образовательных организациях ФСИН России. Следовательно, применение технологии блокчейн образовательными организациями ФСИН России имеет потенциал для усовершенствования образовательного процесса, но перед внедрением такой структуры необходимо тщательно оценить все преимущества и недостатки данной технологии.

### Список литературы

1. Об утверждении Концепции развития уголовно-исполнительной системы РФ на период до 2030 г.: распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 апр. 2021 г. № 1138-р // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2021. – № 20. – С. 3397.
2. Москалева, Ю.А. Оптимизация управления персоналом в УИС за счет использования технологии блокчейн / Ю.А. Москалева, А.Н. Ноев // Техника и безопасность объектов уголовно-исполнительной системы : сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Воронеж : Строки, 2024. – С. 421–423.
3. Иноземцев, А.С. Использование блокчейн-технологии для обеспечения цифровой безопасности в уголовно-исполнительной системе / А.С. Иноземцев, С.Н. Волкова // Техника и безопасность объектов уголовно-исполнительной системы : сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Воронеж : Строки, 2024. – С. 382–385.
4. Гофман, А.А. Малиновый берет как особый знак отличия курсантов образовательных организаций высшего образования ФСИН России (на примере ВЮИ ФСИН России) / А.А. Гофман // Ведомости уголовно-исполнительной системы. – 2021. – № 9(232). – С. 71–74.

### References

1. Ob utverzhdenii Kontseptsii razvitiya ugovovno-ispolnitel'noy sistemy RF na period do 2030 g.: rasporyazheniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 29 apr. 2021 g. № 1138-r // Sobraniye zakonodatel'stva Rossiyskoy Federatsii. – 2021. – № 20. – S. 3397.
2. Moskaleva, YU.A. Optimizatsiya upravleniya personalom v UIS za schet ispol'zovaniya tekhnologii blokcheyn / YU.A. Moskaleva, A.N. Noyev // Tekhnika i bezopasnost' ob"yektov ugovovno-ispolnitel'noy sistemy : sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Voronezh : Stroki, 2024. – S. 421–423.
3. Inozemtsev, A.S. Ispol'zovaniye blokcheyn-tekhnologii dlya obespecheniya tsifrovoy bezopasnosti v ugovovno-ispolnitel'noy sisteme / A.S. Inozemtsev, S.N. Volkova // Tekhnika i bezopasnost' ob"yektov ugovovno-ispolnitel'noy sistemy : sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Voronezh : Stroki, 2024. – S. 382–385.
4. Gofman, A.A. Malinovyuy beret kak osobyuy znak otlichiya kursantov obrazovatel'nykh organizatsiy vysshego obrazovaniya FSIN Rossii (na primere VYUI FSIN Rossii) / A.A. Gofman // Vedomosti ugovovno-ispolnitel'noy sistemy. – 2021. – № 9(232). – S. 71–74.

---

© И.С. Жаров, О.И. Денисенко, Е.А. Янкин, И.А. Целиков, 2025

УДК 621.331.22

Р.С. КАМЕНСКИЙ, Е.Г. СЕМЕНОВА

ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова», г. Санкт-Петербург

## РЕАЛИЗАЦИЯ ПОЛНОСТЬЮ ГОМОМОРФНОГО ШИФРОВАНИЯ В ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ

*Ключевые слова:* алгоритм; гомоморфизм; данные; защита; ключ; облачные вычисления; шифрование.

*Аннотация.* Цель статьи заключается в рассмотрении возможностей реализации полностью гомоморфного шифрования в облачных вычислениях. Перспектива передачи все большего объема данных для хранения и управления облачными сервисами вызывает множество новых проблем с конфиденциальностью как у частных лиц, так и у компаний. Проблемы конфиденциальности могут быть удовлетворительно решены, если данные, которые отправляются в облако, будут зашифрованы. Последние достижения в области гомоморфного шифрования касаются разработки полностью гомоморфных алгоритмов, которые позволяют выполнять произвольно сложные, динамически выбранные вычисления над зашифрованными данными, несмотря на отсутствие секретного ключа дешифрования. В статье рассмотрены традиционные и усовершенствованные алгоритмы полного гомоморфного шифрования. Предложен авторский подход улучшенной схемы полного гомоморфного шифрования, основанной на *DGHV*.

Современная жизнь наполнена конфиденциальными данными. От кредитных счетов и банковских операций до разговоров, фотографий и медицинских карт – в повседневной деятельности множество программных систем обрабатывают эти накапливающиеся сведения. Несмотря на усилия по созданию эффективных стратегий управления данными, открытый характер Интернета и сложность создания надежных и безопасных систем приводят к регулярным сообщениям о масштабных утечках

информации и краже личных данных. Даже при наличии ответственных политик в отношении защиты информации, уязвимости в системе безопасности регулярно появляются. В качестве примера можно привести *Meltdown* и *Spectre* – производителей оборудования, которые не обеспечивают должной защиты своих систем от атак по побочным каналам и более простых уязвимостей, таких как *SQL*-инъекции [1]. Помимо технических проблем, сохраняются социальные и организационные угрозы в виде риска инсайдеров, социальной инженерии и несовершенства программного обеспечения.

Такие сложности характерны для облачных вычислений, которые в последнее время приобретают все большую популярность, поскольку позволяют сэкономить на стоимости инфраструктуры информационных технологий. Облачные вычисления дают возможность пользователям получить практически неограниченную вычислительную мощность и предлагают потенциальные преимущества с точки зрения мгновенной доступности, масштабируемости и совместного использования ресурсов. Примерами облачных сервисов, предлагаемых провайдерами, являются онлайн-хранилище файлов (например, *Dropbox*), сайты социальных сетей (например, *Facebook*), веб-почта (например, *Gmail*) и онлайн-приложения для бизнеса (например, *Brokerage*). К основным характеристикам облачных вычислений относятся самообслуживание по требованию, широкий доступ к сети, объединение ресурсов, быстрая эластичность и удобный сервис [2].

Однако по мере того, как использование облачных вычислений и объем конфиденциальных данных в облаке продолжают расти, увеличиваются и опасения по поводу утечек данных, кибератак и несанкционированного доступа. Предоставление инфраструктуры как

услуги (*IaaS*), платформы как услуги (*PaaS*) или программного обеспечения как услуги (*SaaS*) недостаточно, если поставщик облака не гарантирует лучшую безопасность и конфиденциальность данных клиента.

В таком контексте одним из решений этой проблемы является выполнение интеллектуальных вычислений на зашифрованных данных. Эта идея была впервые представлена Ривестом, Адлеманом и Дертозусом в 1978 г. [3]. Многие типы алгоритмов шифрования нашли свое применение в облаке для защиты данных. Однако считается, что идеальным решением было бы зашифровать пользовательские данные и никогда их не расшифровывать. Данную задачу позволяет решить схема полностью гомоморфного шифрования (*FHE*). Вместо того чтобы зашифровать данные только в состоянии покоя и при транспортировке, схемы *FHE* запускают программы непосредственно на зашифрованных данных, обеспечивая их сохранность даже во время вычислений. При вычислениях по схеме *FHE* инструкции программы выполняются полностью в зашифрованном пространстве данных, а конечный результат расшифровывается только после возвращения на устройство пользователя.

Гомоморфное шифрование как концепция не нова, оно обсуждается и исследуется в академических кругах уже более десятилетия. Но пока данный подход не получил широкого распространения в производственных средах из-за двух препятствий: удобства использования и производительности. Поэтому дальнейшие исследования в данном направлении являются актуальными, теоретически и практически значимыми, что и предопределило выбор темы данной статьи.

Обзор проблем безопасности в облачных вычислениях и способы их преодоления рассмотрены в работах А.В. Ненашева, Н.Е. Карповой, В.П. Кочина, А.В. Шанцова, Анураг Синха, Н.К. Сингх, Аюшман Шривастава, Сагорика Сен.

Возможности *FHE*, безопасность которого в некоторых алгоритмах основана на проблеме «кольцевого обучения с ошибками», описывают А.И. Мартышкин, А.Ю. Киндаев, М.И. Панфилова, В.В. Матвийченко, Н.Н. Лытнев, Дипак Гарг, Джагприт Сидху, Салли Рани.

Слабые стороны использования *FHE* в облачных вычислениях, которые обусловлены большим размером ключа и низкой эффектив-

ностью, освещают Ж.У. Киямова, Н.Л. Щеголева, Салман Икбал, мисс Лайха Мат Киак.

В то же время, хотя сегодня имеется большое количество работ по данной тематике, некоторые вопросы нуждаются в дополнительном внимании. Так, например, более детальной проработки требует гибридизация схем гомоморфного шифрования, которая представляет собой эффективный метод решения существующих ограничений и противодействия атак на конфиденциальность. Помимо этого, нерешенной остается задача упрощения схем *FHE*, основу которых составляют передовые вычислительные концепции, такие как управление шумом и решетчатая криптография.

Принимая во внимание отмеченное выше, цель статьи можно сформулировать следующим образом: рассмотреть возможности использования *FHE* в облачных вычислениях.

Изначально план гомоморфного шифрования был разработан К. Джентри и предполагал использование следующих четырех техник: шифрование, генерация ключа, алгоритм дешифрования и дополнительный метод оценки. Для *FHE* характерным является два типа гомоморфизма. Это алгоритм мультипликативно гомоморфного шифрования и алгоритм аддитивно гомоморфного шифрования. Вплоть до 2009 г. гомоморфный алгоритм шифрования базировался на гомоморфизме сложения и умножения [4].

Рассмотрим более подробно то, каким образом *FHE* используется в облачных вычислениях. В первую очередь, чтобы обеспечить безопасность данных, перед отправкой в облако они шифруются с помощью *FHE*. Для этого пользователь входит в систему и использует генератор ключей, который ему предоставил сервер, с его помощью создается секретный ключ. Важным является то, что пользователь – это единственный обладатель данного секретного ключа [5]. В процессе передачи данных в облако безотказность и целостность могут быть обеспечены с помощью ряда других криптографических технологий, например, таких как цифровая подпись. Если пользователь хочет провести какие-то операции с зашифрованными данными (например, поиск), он может отправить зашифрованный запрос на облачный сервер. После этого сервер проводит необходимые операции и зашифрованный результат отправляется обратно пользователю. После получения данных пользователь их расшифровы-

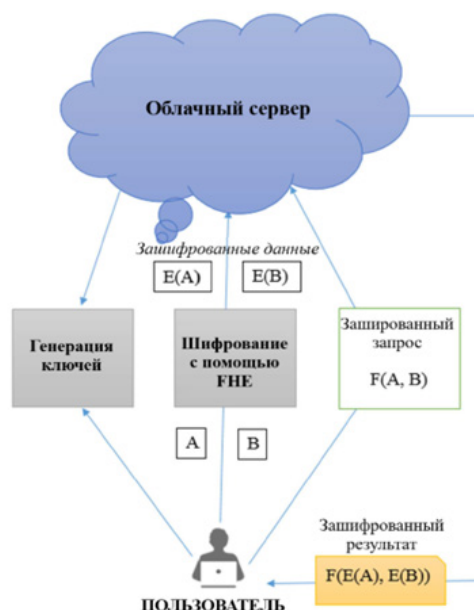


Рис. 1. Алгоритм использования *FHE* в облачных вычислениях [6]

вает с помощью своего секретного ключа [6].

На рис. 1 схематично изображен процесс применения *FHE* в облачных вычислениях.

Представленный на рис. 1 алгоритм выполняется в ходе прохождения следующих этапов.

Этап 1. Получение входного текста.

Этап 2. Использование симметричного алгоритма *DES*, чтобы получить зашифрованный текст.

Этап 3. После того как произошел импорт генератора ключей, создается псевдослучайный ключ.

Этап 4. Применение аддитивной гомоморфной логики к зашифованному тексту.

Этап 4.1. Определение параметров шифрования:  $r$ ;  $p$  и  $q$ ,  $r \sim 2n$ ,  $p \sim 2n^2$ ,  $q \sim 2n^5$  и  $p$ ,  $P$  – это секретный ключ.

Этап 4.2. Осуществление шифрования открытого текста  $m$ .

Этап 4.3. Вычисление  $c = pq + 2r + m$  (где  $c$  – зашифрованный текст).

Этап 4.4. Расшифровка  $m = (c \bmod p) \bmod 2$ .

Этап 5. Преобразование гомоморфного текста для двух шифров.

Этап 5.1.  $c1 = q1p + 2r1 + m1$ ,  $c2 = q2p + 2r2 + m2$ .

Этап 5.2. Вычисляется:  $c1 + c2 = (q1 + q2)p + 2(r1+r2) + m1 + m2$ .

Этап 5.3. Аддитивное гомоморфное шифрование:  $(c1 + c2) \bmod p = 2(r1 + r2) + m1 + m2$ .

Этап 6. Хранение гомоморфно зашифро-

ванных данных на сервере.

В настоящее время для преодоления недостатков *FHE* разрабатываются новые алгоритмы, в частности в литературе можно найти подход, называемый свободно-шумными, полностью гомоморфными схемами шифрования, которым не требуется техника управления шумом для обновления шифротекстов. В схеме свободно-шумного, полностью гомоморфного шифрования можно выполнять бесконечное число операций над одним и тем же шифротекстом без роста шума. Этот класс схем шифрования известен тем, что он быстрее традиционного включает в себя простые операции по оценке схем над шифротекстами и не требует техники управления шумом [7].

Рассмотрим данный перспективный подход более подробно.

Основу свободно-шумного *FHE* составляет верифицируемая вычислительная схема как протокол между двумя частями, имеющими полиномиальное время выполнения, которые сотрудничают в вычислении функции  $f: \{0,1\}^n \rightarrow \{0,1\}^m$ . Эта схема включает три основных этапа.

1. Предварительная обработка: пользователь выполняет этот шаг, чтобы вычислить некоторую вспомогательную информацию, связанную с  $f$ . Часть этой информации является публичной и передается серверу, а остальная часть является частной и хранится на стороне пользователя.



Рис. 2. Проведение верифицируемых вычислений между проверяющим и проверяемым [8]

2. Подготовка входных данных: на этом этапе пользователь вычисляет вспомогательную информацию на входе функции  $f$ . Часть этой информации является публичной, а остальная – частной и хранится на стороне пользователя. Открытая информация отправляется на сервер для вычисления  $f$  на входе.

3. Вычисление и проверка выходных данных: на этом этапе сервер использует публичную информацию, связанную с  $f$ , и входы  $f$ , которые были вычислены на двух предыдущих этапах, для вычисления выхода функции  $f$ , примененной к предоставленным входам. Этот результат затем возвращается пользователю для проверки его точности, что осуществляется благодаря вычислению фактического значения выхода путем декодирования результата, возвращенного сервером, на основании частной информации, вычисленной на предыдущих этапах.

Концепция проверяемой схемы вычислений минимизирует взаимодействие между клиентом и сервером ровно в два сообщения (рис. 2), где одно сообщение отправляется от каждой стороны к другой стороне во время различных фаз протокола.

Для реализации проверяемой бесшумной схемы FHE можно использовать кольцо кватернионов Липшица, которое дает возможность производить вычисления над зашифрованными данными под симметричным ключом.

Кватернион – это число в общем смысле. Кватернионы охватывают вещественные и комплексные числа в системе исчисления, где умножение больше не является коммутативным законом [9]. Математически множество кватернионов  $H$  – это некоммутативная ассоциативная алгебра на поле вещественных чисел  $\mathbb{R}$ , порожденная тремя элементами  $i, j$  и  $k$ , которые удовлетворяют соотношению:  $i^2 = j^2 = k^2 = i.j.k = -1$ . Конкретно любой кватернион  $q$  записывается однозначно в виде:  $q = a + bi + cj + dk$ , где  $a, b, c$  и  $d$  – вещественные числа.

Операции сложения и умножения на вещественный скаляр тривиально выполняются от члена к члену, тогда как умножение между двумя кватернионами выполняется с соблюдением некоммутативности и правил, присущих  $i, j$  и  $k$ . Например, при  $q = a + bi + cj + dk$  и  $q' = a' + b'i + c'j + d'k$  имеем  $qq' = a0 + b0i + c0j + d0k$  такие, что  $a0 = aa' - (bb' + cc' + dd')$ ,  $b0 = ab' + a'b + cd' - c'd$ ,  $c0 = ac' - b'd + ca' + db'$  и  $d0 = ad' + bc' - cb' + a'd$ . Кватернион  $\bar{q} = a - bi - cj - dk$  является сопряженным к  $q$ .  
 $|q| = \sqrt{q\bar{q}} = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2 + d^2}$ , модуль  $q$ .  
 Действительная часть  $q$  равна

$$Re(q) = \frac{q + \bar{q}}{2} = a,$$

а мнимая часть

$$-Im(q) = \frac{q - \bar{q}}{2} = bi + cdk.$$

Кватернион  $q$  инвертируем тогда и только тогда, когда его модуль ненулевой, значит:

$$q^{-1} = \frac{1}{|q|^2} \bar{q}.$$

Множество кватернионов определяется следующим образом:  $H(\mathbb{Z}) = \{q = a + bi + cj + dk / a, b, c, d \in \mathbb{Z}\}$  имеет кольцевую структуру, называемую кольцом целых чисел Липшица,  $H(\mathbb{Z})$  – тривиально некоммутативно. Для  $m \in \mathbb{N}^*$  – множество кватернионов:  $H(\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}) = \{q = a + bi + cj + dk / a, b, c, d \in \mathbb{Z}/n\mathbb{Z}\}$  имеет структуру некоммутативного кольца. Модульный кватернион Липшица  $q \in H(\mathbb{Z}/n\mathbb{Z})$  инвертируется тогда и только тогда, когда его модуль и целое число  $n$  являются простыми числами, то есть  $|q|^2 \wedge n = 1$ .

На рис. 3 представлена схема свободношумного, полностью гомоморфного шифрования.



Рис. 3. Схема свободно-шумного полностью гомоморфного шифрования [9]

По мнению авторов, чтобы получить более продуктивный и адаптивный алгоритм *FHE* для облачных хранилищ, целесообразно использовать схему *DGHV*. Рассмотрим, каким образом это может быть реализовано на практике. В качестве примера рассмотрим схему *FHE* на основе целых чисел, которая может шифровать сразу 3 бита зашифрованного текста. Она имеет больший объем данных для однократного шифрования и еще меньший размер открытого ключа.

1. Построение частично гомоморфной схемы *Somewhat*.

Чтобы изменить операцию режима 2 на  $2^3$  операции, зашифруем информацию с трехбитным открытым текстом за один раз.

*KeyGen* ( $\lambda$ ): зашифрованный ключ  $p$ , сгенерированный по параметру безопасности  $\lambda$  в  $\eta$  бит, и зашифрованный ключ  $sk = p$ .

*Encrypt* ( $sk, m$ ): зашифровать  $m \in \{000, 001, 010, \dots, 111\}$  и получить в процессе шифрования  $c = m + 23r + pq$ , где  $r$  – случайное целое число размером  $\rho$  бит, а  $q$  – случайное целое число размером  $\gamma$  бит в процессе шифрования.

*Decrypt* ( $sk, c$ ):  $m = (c \bmod p) \bmod 23$ .

Значение  $c \bmod p$  должно быть громкостью шума, только когда  $|m + 23r| < p/2$ , шум  $c \bmod p = m + 23r$ . Тогда он может восстановить открытый текст в достоверности.

2. Преобразование в системе шифрования с открытым ключом.

В некоторых случаях может потребоваться добавить набор «0» зашифрованного текста в качестве открытого ключа, тогда конкретный метод реализации приведен ниже.

*KeyGen* ( $\lambda$ ): закрытый ключ  $p$  в  $\eta$  бит генерируется случайным образом в процессе шиф-

рования, пусть  $x_0 = pq_0$ , и  $x_0$  является нечетным числом, которое удовлетворяет условию, что  $rp(x_0)$  может быть полностью разделено на 23. В свою очередь,  $b = \{0,1\}$ ,  $1 \leq i \leq xi$ ,  $b = pq_i$ ,  $b + 23ri$ ,  $b$ , тогда  $pk = \langle x_0, x_1, 0, x_1, 1, x_2, 0, x_2, 1, \dots, \rangle$ .

*Encrypt* ( $pk, m$ ):  $\tau$ -мерный вектор  $b = \langle b_i, j \rangle (1 \leq i, j \leq bi, j \in \{0,1\})$ ,  $Q$  – фиксированное большое простое число, которое генерируется случайным образом в процессе шифрования (причем цифры  $p$  должны быть больше цифр  $Q$ ), открытый текст  $m \in \{000, 001, 010, \dots, 111\}$ , зашифрованный текст  $c$  будет:  $c = (m + 23r + p + 23Qbi, jxi, 0xj, 1) \bmod x_0$ .

*Decrypt* ( $sk, c$ ): открытый текст, используемый для расшифровки зашифрованного текста  $m = (c \bmod p) \bmod 23$ , во время процесса шифрования  $\bmod$  на  $x_0$  уменьшает размер зашифрованного текста.

3. Сжатие схемы дешифрования для реализации полной гомоморфной схемы шифрования.

Для сжатия схемы дешифрования, используя свойство *bootstrap* схемы [10], в открытые ключи добавляется часть информации о закрытом ключе. Предварительная обработка зашифрованного текста с частью информации закрытого ключа сохраняет «свежесть» зашифрованного текста, соответственно, достигается полный гомоморфизм. После предварительной обработки можно значительно повысить скорость дешифрования и снизить сложность операций.

Таким образом, подводя итоги проведенного исследования, можно сделать следующие выводы.

Облачные вычисления используются для хранения и обработки больших массивов данных и программ пользователей облака. С ростом осведомленности и озабоченности в отношении информационной безопасности и защиты конфиденциальных данных в облачных вычислениях возникает необходимость в расширении использования алгоритмов безопасности в системах и процессах обработки данных. В этом контексте гомоморфное шифрование – это схема шифрования, которая принимает зашифрованные входные данные и выполняет слепую обработку, обеспечивая при этом их конфиденциальность.

В статье рассмотрена полностью гомо-

морфная схема шифрования. Отдельное внимание уделено новому подходу свободно-шумных, полностью гомоморфных схем шифрования, которым не требуется техника управления шумом для обновления шифротекстов, что обеспечивает большую производительность и скорость. Также авторами предложен подход улучшенной схемы *FHE*, основанной на *DGHV*. Преимущество авторского предложения заключается в том, что оптимизация объема единичных зашифрованных данных позволяет одновременно уменьшить размер открытого ключа, подходящего для облачной платформы хранения данных, и снизить вычислительную сложность.

### Список литературы

1. Бабенко, Л.К. Масштабирование цифровых изображений с применением гомоморфного шифрования / Л.К. Бабенко, И.Д. Русаловский // Вопросы кибербезопасности. – 2021. – № 3(43). – С. 2–10.
2. Минаков, С.С. Основные криптографические механизмы защиты данных, передаваемых в облачные сервисы и сети хранения данных / С.С. Минаков // Вопросы кибербезопасности. – 2020. – № 3(37). – С. 66–75.
3. Venkata Naga. Block chain enabled auditing with optimal multi-key homomorphic encryption technique for public cloud computing environment / Venkata Naga // Concurrency and Computation. – 2022. – Vol. 34. – Issue 22. – P. 88–94.
4. Junguo Liao. A multikey fully homomorphic encryption privacy protection protocol based on blockchain for edge computing system / Junguo Liao // Concurrency and Computation: Practice and Experience. – 2022. – Vol. 35. – Issue 4. – P. 76–83.
5. Разработка архитектуры машинного обучения с использованием гомоморфного шифрования для обеспечения конфиденциальности данных / В.А. Частикова, С.А. Жерлицын, А.Н. Пешков, А.С. Карапетян // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2022. – № 2. – С. 135–147.
6. Boomija, M.D. Threshold multiparty multi-randomness secure partially homomorphic encryption for data security in cloud / M.D. Boomija // Expert Systems. – 2022. – Vol. 40. – Issue 6. – P. 109–113.
7. Русаловский, И.Д. Разработка методов гомоморфного деления / И.Д. Русаловский, Л.К. Бабенко, О.Б. Макаревич // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2022. – № 4(228). – С. 103–112.
8. Jing Wang. Privacy preserving security using multi-key homomorphic encryption for face recognition / Jing Wang, Rundong Xin // Expert Systems. – 2024. – No. 56. – P. 23–27.
9. Хаустова, И.В. Влияние размера данных на производительность полностью гомоморфного шифрования для защиты данных в облачном машинном обучении / И.В. Хаустова // Вестник науки. – 2024. – Т. 2. – № 11(80). – С. 1160–1168.

### References

1. Babenko, L.K. Masshtabirovaniye tsifrovyykh izobrazheniy s primeneniyyem gomomorfnoy shifrovaniya / L.K. Babenko, I.D. Rusalovskiy // Voprosy kiberbezopasnosti. – 2021. – № 3(43). – S. 2–10.
2. Minakov, S.S. Osnovnyye kriptograficheskiye mekhanizmy zashchity dannykh, peredavayemykh v oblachnyye servisy i seti khraneniya dannykh / S.S. Minakov // Voprosy kiberbezopasnosti. – 2020. – № 3(37). – S. 66–75.
5. Razrabotka arkhitektury mashinnogo obucheniya s ispol'zovaniyyem gomomorfnoy shifrovaniya



dlya obespecheniya konfidentsial'nosti dannykh / V.A. Chastikova, S.A. Zherlitsyn, A.N. Peshkov, A.S. Karapetyan // Elektronnyy setevoy politematicheskii zhurnal «Nauchnyye trudy KubGTU». – 2022. – № 2. – S. 135–147.

7. Rusalovskiy, I.D. Razrabotka metodov gomomorfnoogo deleniya / I.D. Rusalovskiy, L.K. Babenko, O.B. Makarevich // Izvestiya YUFU. Tekhnicheskiye nauki. – 2022. – № 4(228). – S. 103–112.

9. Khaustova, I.V. Vliyaniye razmera dannykh na proizvoditel'nost' polnost'yu gomomorfnoogo shifrovaniya dlya zashchity dannykh v oblachnom mashinnom obuchenii / I.V. Khaustova // Vestnik nauki. – 2024. – T. 2. – № 11(80). – S. 1160–1168.

---

© Р.С. Каменский, Е.Г. Семенова, 2025

УДК 2.3.6

К.О. ПЛАСКАНИЧ, А.А. ЕРКУЛОВА, А.В. ПОНАЧУГИН  
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет  
имени Козьмы Минина», г. Нижний Новгород

## БУДУЩЕЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ШКОЛЬНОЙ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ

*Ключевые слова:* безопасность; информация; искусственный интеллект; кибератаки; кибербезопасность; киберугроза; машинное обучение; образование; образовательные учреждения; университет; школа.

*Аннотация.* Данная статья рассматривает перспективы и вызовы использования искусственного интеллекта (ИИ) в области кибербезопасности образовательных учреждений. Цель статьи – выявление перспектив использования искусственного интеллекта для повышения уровня кибербезопасности в школьной системе. Задачи статьи: анализ существующих подходов к интеграции ИИ по предотвращению киберугроз и разработка рекомендаций для образовательных учреждений по улучшению киберзащиты с учетом современных вызовов. Гипотеза: потенциал ИИ для предотвращения кибератак и обеспечения безопасности данных учащихся и преподавателей огромен. На примере школ, которые уже используют ИИ, мы рассмотрели перспективы ИИ. Результат нашего исследования показал, что ИИ значительно повысит уровень кибербезопасности в школьной системе.

Тенденция внедрения цифровых решений в последние годы увеличилась из-за огромного ряда причин: пандемии, развитие технологий и их возможности и т.д. Такой выбор темы связан с актуальностью вопроса безопасности информационных систем учебных учреждений, где жертвами кибератак может стать любой: учитель, ученик и даже родитель.

Важна не только кибербезопасность информации, но и безопасность образовательной среды в школьной системе. С технологическим

прогрессом, который не стоит на месте каждый день, растет количество различных киберугроз, из них фишинг, вредоносные программы и кибербулинг – только вершина айсберга для учебного процесса, не говоря еще о психоэмоциональном состоянии всех учащихся. И чтобы бороться с развитием технологий, нужно использовать их же, а именно современные технологии, включая искусственный интеллект. ИИ, по нашему мнению, отлично справится с мониторингом, анализом и защитой информационных систем учебных учреждений.

В своей работе П.М. Морхат «К вопросу об определении понятия искусственного интеллекта» дает определение ИИ: «Искусственный интеллект – это теория и разработка компьютерных систем, способных выполнять задачи, которые требуют человеческого интеллекта, такие как визуальное восприятие, распознавание речи, принятие решений и перевод между языками» [3].

ИИ является отраслью компьютерных наук, которая занимается разработкой систем и алгоритмов, способных выполнять задачи, требующие интеллекта, которые обычно у нас ассоциируются с человеческим мышлением. Например, обработка естественного языка, восприятие информации, решение заданной проблемы. Создание систем, которые выполняют задачи на интеллект, обработка естественного языка и самостоятельное формулирование на естественном языке, принятие решения на основе вводных данных. Если мы рассматриваем кибербезопасность, то искусственный интеллект становится нашей «палочкой-выручалочкой», которая позволяет организациям бороться с появившимися угрозами.

Применение искусственного интеллекта охватывает достаточно большой спектр задач.

ИИ позволяет автоматизировать выявление потенциальных угроз на основе аналитики и машинного обучения, предотвращать эти угрозы и эффективно реагировать на подобные инциденты. По своей сути эти алгоритмы занимают анализ сетевого трафика и выявляют аномалии, снижая количество ложных срабатываний, что хорошо увеличивает эффективность защитной системы данных. Помимо этого, современные искусственно-интеллектуальные решения могут адаптироваться к новым видам атак, потому что будут обучаться на новых данных и тем самым улучшат свои способности.

Многие школы внедряют различные системы, которые используют машинное обучение для анализа пользовательского поведения и выявления подозрительной активности в режиме реального времени. Эти системы автоматически блокируют доступ к ресурсу, если обнаружат угрозу. Помимо этого, разрабатываются различные интерактивные платформы в учебных программах, которые обучают студентов основам анализа, кибербезопасности, используя искусственный интеллект для стимуляции различных атак и шаблонных ситуаций. Подобные случаи не только укрепляют защиту данных, но и помогают повысить осведомленность о проблеме с киберугрозами и о том, как с ними бороться в образовательных учреждениях. Учитывая количество киберугроз и увеличение значимости цифровых технологий в образовательных учреждениях, применение искусственного интеллекта в школьной кибербезопасности становится актуальным. В частности, ключевыми направлениями для внедрения ИИ являются автоматизация процессов мониторинга и защиты данных, роль ИИ в обнаружении и предотвращении кибератак, а также потенциал адаптивных систем для повышения безопасности.

Как уже говорили в своей статье Тачмухамедов Атамырат, Ашыров Ильмырат, Гельдыева Марал, Мамметдурдыев Мустафа «Кибербезопасность в образовании: как защитить учащихся и образовательные организации»: «Киберугрозы в образовании могут быть направлены на учащихся, преподавателей и сотрудников, а также на информационные системы и ресурсы образовательных организаций» [4].

Для обеспечения кибербезопасности в школах первое, что стоит сделать, – это защитить данные и автоматизировать мониторинг. Если мы рассмотрим традиционные методы защиты, то мы потеряем время, т.к. трудозатратный

процесс мониторинга приведет к задержкам в реагировании. Поэтому рассмотрим вариант внедрения ИИ. Мы увидим, что системы, которые работают на основе ИИ, постоянно анализируют сетевой трафик и выявляют угрозы. Тем самым мы не теряем нашу защиту и не теряем время.

Учащиеся и преподаватели все больше стали полагаться на цифровые ресурсы, что, к сожалению, создает риски утечки конфиденциальной информации.

С каждым годом увеличивается количество личной информации, собранной об учениках. Она включает данные о результатах обучения, медицинскую информацию, свидетельства о рождении, СНИЛСы и даже сведения о социальных взаимодействиях. Уничтожение или несанкционированный доступ к таким данным могут привести к серьезным последствиям, включая кибербуллинг и эксплуатацию личной информации. Поэтому защита личных данных учащихся становится одной из главных задач для образовательных учреждений.

Большинство платформ (если не все) для онлайн-обучения, которые используются в школах, могут содержать уязвимости, которыми пользуются злоумышленники в своих целях.

Достаточно часто из-за недостаточной защиты информационных систем доступ к данным становится открытым, школам необходимо внимательно следить за кибербезопасностью и обновлять технологии в соответствии с последними требованиями безопасности.

Также не будем забывать об угрозе внутри: недобросовестные действия сотрудников или учащихся могут привести к последствиям для системы. Проникновение в систему – не такой уж и редкий случай со стороны учащихся. Как часто, учась в школе, вы хотели взломать электронный дневник и исправить себе оценку? Что мешает это сделать подбором пароля учителя или просто взломом прав на сайте? Имея мотивацию и свободное время, и простой школьник из 9 или 10 класса может этому обучиться. Но не только намеренные действия приводят к утечке данных, в этом виновато простое незнание процедур безопасности.

Если интегрировать ИИ в школы, то открываются новые возможности (но и новые риски). Главная проблема внедрения искусственного интеллекта в школы – это его законность и этика, т.к. на данный момент нет стандартов и актов, которые регулируют ИИ в школах. Из-за

этого возникают опасения о защите прав учеников и их данных, а также предвзятости в алгоритмах. Необходимы юридические рамки и нормы для использования ИИ в школах, чтобы данные вопросы внести в алгоритм ИИ и усовершенствовать системы.

Также существует еще одна проблема в применении ИИ в школах – доверие к технологии у пользователей (а именно родителей, учеников, учителей). Пользователи должны понимать, как функционирует система и как взаимодействовать с ней. Если разработка будет открытой, то и недоверия к системе не будет. Стоит посвятить классные часы и родительские собрания этому вопросу, и проблема исчезнет сразу.

Если систему уже внедрили, и она работает, то возникает стандартный риск – поломка, от которой не застрахован ни один механизм защиты, а так как ИИ необходимо постоянное обучение, то вытекает следующая ситуация: некорректное обучение несет за собой некорректную работу. Как мы решим данный вопрос? Нужны специалисты, которые будут заниматься контролем и обновлением системы. Если они будут способны управлять данными технологиями и исправлять недостатки, то этот риск пропадет.

Есть уже успешные проекты внедрения ИИ в школы. В школах Сингапура внедрили систему «CyberGuard», которая используется для мониторинга сетевых активностей. Как итог, удалось снизить количество кибератак и

предотвратить попытки взлома. Также была внедрена система ИИ в Финляндии, итоги были такие же.

Однако существуют и неудачные попытки внедрения ИИ. В одном учреждении в США при попытке интегрирования алгоритм оказался слишком сложным и ресурсно-затратным, что привело к замедлению работы. В школе в Великобритании из-за ошибок в обучении системы произошла неправильная интерпретация сетевой активности, что привело к блокировке легитимного контента.

Имея подобный анализ успешных и неудачных проектов, мы можем выявить рекомендации по внедрению ИИ. На систему должно быть выделено оптимальное количество средств для адаптации и гибкости. Чтобы предотвратить подобное, большое количество времени нужно отвести на тестирование системы. Для успешного внедрения необходимо доверие пользователей, поэтому информирование является важным ключом для доверия.

В рамках исследования были проанализированы подходы к внедрению ИИ в школы для мониторинга активности и предотвращения кибератак, а также разработаны рекомендации по внедрению на основе уже имеющегося опыта школ и с учетом преимуществ и рисков системы. При правильном внедрении ИИ эффективность кибербезопасности в школах возрастет, использование ИИ является дополнительным инструментом для защиты систем.

### Список литературы

1. Кибербезопасность в образовании: современные угрозы и методы защиты / под редакцией А.А. Заславского, 2022.
2. Заславский, А.А. Угрозы кибербезопасности в образовании: обзор и анализ / А.А. Заславский, 2022.
3. Морхат, П.М. К вопросу об определении понятия искусственного интеллекта / П.М. Морхат // Право и государство: теория и практика. – 2017. – № 12(156).
4. Тачмухаммедов, А. Кибербезопасность в образовании: как защитить учащихся и образовательные организации / А. Тачмухаммедов, И. Ашыров, М. Гельдыева, М. Мамметдурдыев // Всемирный ученый. – 2023. – № 7.
5. Вороховов, А.В. Теоретические аспекты практики внедрения виртуальной образовательной среды / А.В. Вороховов, Е.В. Плисов // Вестник Мининского университета. – 2023. – Т. 11. – № 3(44).
6. Киселев, А.К. Цифровая лаборатория, как предмет изучения в школьном курсе физики / А.К. Киселев, Н.И. Лапин // Физика в системе современного образования (ФССО-2023) : Материалы XVII Международной конференции, Санкт-Петербург, 27–30 июня 2023 года. – Санкт-Петербург : Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2023. – С. 660–665.

### References

1. Kiberbezopasnost' v obrazovanii: sovremennyye ugrozy i metody zashchity / pod redaktsiyey A.A. Zaslavskogo, 2022.
2. Zaslavskiy, A.A. Ugrozy kiberbezopasnosti v obrazovanii: obzor i analiz / A.A. Zaslavskiy, 2022.
3. Morkhat, P.M. K voprosu ob opredelenii ponyatiya iskusstvennogo intellekta / P.M. Morkhat // Pravo i gosudarstvo: teoriya i praktika. – 2017. – № 12(156).
4. Tachmukhammedov, A. Kiberbezopasnost' v obrazovanii: kak zashchitit' uchashchikhsya i obrazovatel'nyye organizatsii / A. Tachmukhammedov, I. Ashyrov, M. Gel'dyyeva, M. Mammedurdyev // Vsemirnyy uchenyy. – 2023. – № 7.
5. Vorokhobov, A.V. Teoreticheskiye aspekty praktiki vnedreniya virtual'noy obrazovatel'noy sredy / A.V. Vorokhobov, Ye.V. Plisov // Vestnik Mininskogo universiteta. – 2023. – T. 11. – № 3(44).
6. Kiselev, A.K. Tsifrovaya laboratoriya, kak predmet izucheniya v shkol'nom kurse fiziki / A.K. Kiselev, N.I. Lapin // Fizika v sisteme sovremennogo obrazovaniya (FSSO-2023) : Materialy XVII Mezhdunarodnoy konferentsii, Sankt-Peterburg, 27–30 iyunya 2023 goda. – Sankt-Peterburg : Rossiyskiy gosudarstvennyy pedagogicheskiy universitet im. A.I. Gertsena, 2023. – S. 660–665.

---

© К.О. Пласканич, А.А. Еркулова, А.В. Поначугин, 2025

УДК 004.65

О.И. СЕМЕНОВА, И.А. ЖУРАВЛЕВ

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», г. Москва

## ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ В КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОЙ АРХИТЕКТУРЕ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ»

*Ключевые слова:* безопасность; информационная база; кластер серверов; клиент-серверная архитектура «1С: Предприятие»; HTTP; HTTPS; MS SQL Server; TCP/IP.

*Аннотация.* Целью данной статьи являются исследование вопросов безопасности и выбор оптимальной архитектуры для внедрения системы «1С: Предприятие» в корпоративной среде. В статье рассматриваются два основных режима работы системы: файловый режим (ФР) и клиент-серверный режим (КСР). Задачи исследования включают в себя анализ преимуществ и недостатков каждого из режимов работы системы «1С: Предприятие». Гипотеза исследования предполагает, что для небольших компаний с ограниченным количеством пользователей эффективнее будет использование файлового режима благодаря его простоте и доступности, тогда как крупные корпорации с большим объемом данных и множеством пользователей должны выбирать клиент-серверный режим для обеспечения высокой производительности и безопасности. Методы исследования заключались в анализе функциональных характеристик обоих режимов работы системы «1С: Предприятие». Результаты исследования показывают, что файловый режим действительно подходит для малых предприятий, обеспечивая простую настройку и ведение документооборота внутри одной локальной сети. Однако он ограничен в плане масштабируемости и количества одновременно работающих пользователей. Клиент-серверный режим, напротив, предоставляет значительные преимущества для крупных организаций за счет высокой производительности, улучшенной безопасности и возможности гибкой настройки.

Есть проблемы безопасности в клиент-

серверной архитектуре. При внедрении «1С: Предприятие» в корпорации встает вопрос выбора оптимальной архитектуры. Существуют два основных варианта: файловый режим (ФР) и клиент-серверный режим (КСР).

ФР подходит для небольших фирм с ограниченным количеством пользователей, использующих «1С: Предприятие», чтобы вести документооборот. Он имеет свои преимущества, но также обладает существенными ограничениями. Архитектура ФР представлена на рис. 1.

Для крупных корпораций с большим количеством пользователей рекомендуется использовать КСР. Он обеспечивает повышенную безопасность, скорость работы и более широкие возможности настройки и администрирования. В итоге выбор между вариантами использования зависит от специфики деятельности компании и ее потребностей. Архитектура КСР представлена на рис. 2.

ФР работы с системой «1С: Предприятие» предназначен для маленьких организаций с небольшим количеством пользователей, работающих в одной локальной сети. В этом случае весь объем информационной базы (программный код, настройки, данные) хранится в едином файле, использующем встроенную файловую систему управления базами данных (СУБД). Этот вариант проще в настройке, но имеет ограничения по масштабируемости и количеству одновременных пользователей.

В отличие от ФР, применяемая в крупных организациях КСР – трехуровневая. Хранилище информации находится на сервере, доступ к которому предоставляется через специализированную распределенную систему – кластер. Это позволяет обрабатывать запросы большого числа людей с достаточно высоким уровнем



Рис. 1. Архитектура ФР

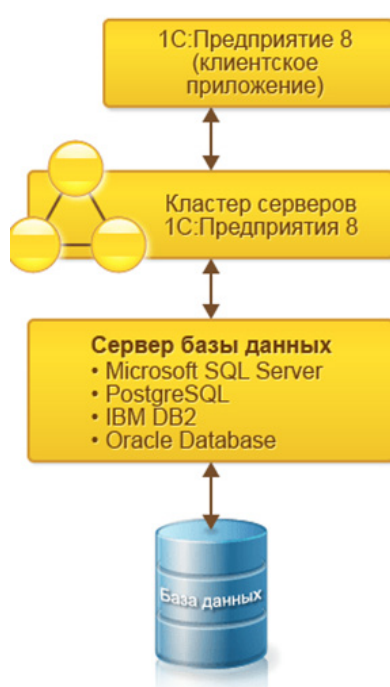


Рис. 2. Архитектура КСР

производительности. «1С: Предприятие» 8.3 требует лишь операционную систему (ОС) и само приложение «1С: Предприятие». Установка не представляет сложности, а использование удобно, не нужно устанавливать дополнительные программы. Резервное копирование легко и надежно за счет целостности хранилища. Также возможен доступ к базе в КСР с использованием веб-протоколов. Описанная выше архитектура представлена на рис. 3.

Функционирование системы «1С: Предприятие» КСР основано на трех уровнях взаимодействия: клиентское программное обеспечение (ПО), кластер серверов «1С: Предприятие»

и сервер базы данных. Клиентское ПО работает совместно с кластером серверов, который, в свою очередь, получает необходимые данные от сервера базы данных по мере необходимости. Все элементы системы могут быть расположены на разных компьютерах или на одном, что обеспечивает гибкость в распределении ресурсов. Этот подход позволяет концентрировать сложные вычисления на серверах, предоставляя пользователю только необходимую информацию, что снижает нагрузку на персональные устройства и упрощает масштабирование. Увеличение мощности кластеров серверов осуществляется легче, чем

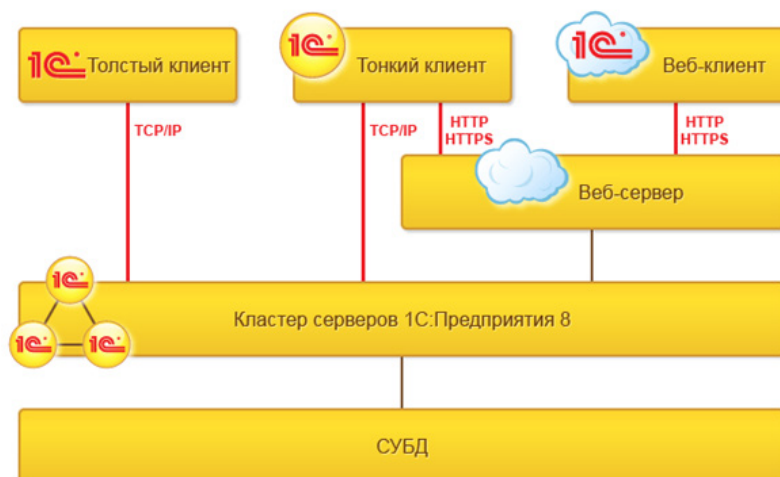


Рис. 3. Подробная архитектура КСР

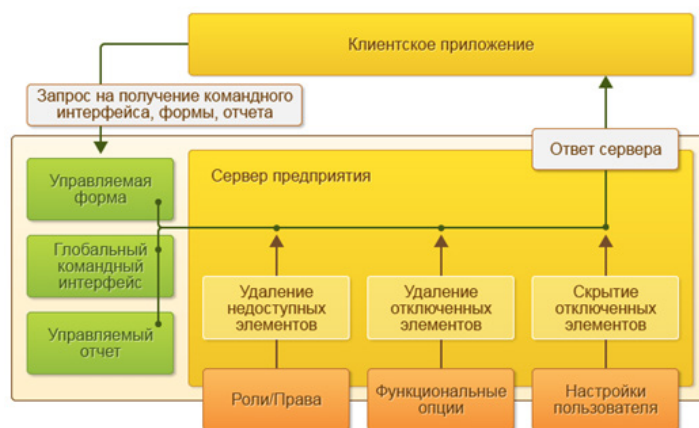


Рис. 4. Схема взаимодействия в КСР «1С: Предприятие»

обновление большого количества клиентских устройств.

При этом КСР обеспечивает удобство настройки доступа пользователей и администрирования. Пользователь не взаимодействует с базой данных напрямую, а подключается через серверы, указывая необходимое название. Авторизация пользователя осуществляется платформой.

Процесс создания и применения КСР аналогичен файловому варианту. Кроме прямого подключения к серверу, доступен веб-сервер. При прямом подключении к кластеру используются протоколы *TCP/IP* (для толстого и тонкого клиентов), а через веб-сервер – *HTTP(S)* (для веб-клиента и тонкого клиента).

Трёхуровневая архитектура 1С обеспечивает стабильную работу значительного числа пользователей в корпорациях с масштабными базами данных (БД).

В роли сервера БД могут выступать различные системы: *Microsoft SQL Server*, *PostgreSQL*, *IBM DB2* и *Oracle Database*. Платформа предоставляет инструменты для управления серверами, настройки кластеров и работы с БД и пользователями.

Основные операции выполняются на сервере: чтение/запись данных, обработка пользовательских интерфейсов, формирование отчетов, а также сохранение изменений в базе. Приложение клиента получает и отображает сведения, которые были заранее подготовлены, осуществляет ввод сведений и отправляет за-



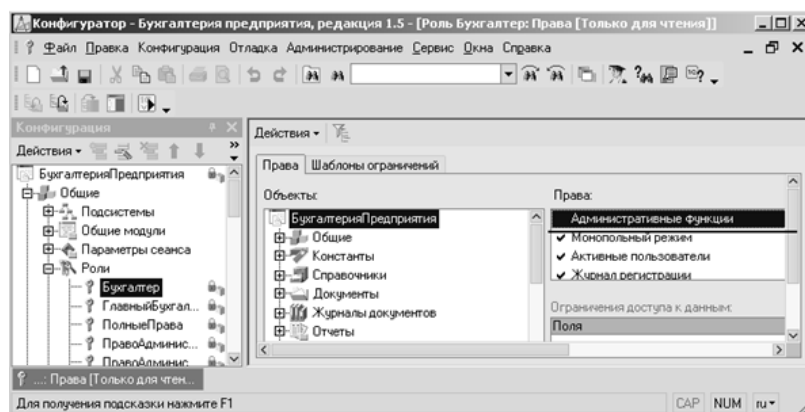


Рис. 5. Окно конфигуратора, открытого пользователем с ролью «Бухгалтер»

просы для различных операций. Таким образом, все вычисления и обработка сведений происходят на сервере, оптимизируя работу всей системы и повышая ее производительность. На рис. 4 представлена схема взаимодействия в КСР «1С: Предприятие».

Рассмотрим сценарий, иллюстрирующий пренебрежение безопасностью в системе «1С: Предприятие» и *MS SQL Server*. Предположим, в компании используется *MS SQL Server*, настроенный по умолчанию без каких-либо дополнительных действий по обеспечению безопасности. В качестве авторизации и запуска службы *MSSQL* используется учетная запись по умолчанию (учетная запись операционной системы). Клиент-серверный вариант программы «1С: Предприятие» развернут для всех, кому он требуется, им присвоены учетные записи с паролями, но никакие другие меры по обеспечению безопасности сервера не выполнялись. На первый взгляд система кажется защищенной: штатные пользователи ограничены в доступе к СУБД и серверу приложений. Однако, получив доступ к административным данным входа учетной записи *MS SQL Server*, злоумышленник может полностью контролировать систему. В сценарии злоумышленником становится один из работников организации.

Администраторы, не позаботившись о корректной настройке ролей и прав доступа, оставили возможность изменения, сохранения и выгрузки информационной базы с помощью конфигуратора. На рис. 5 представлено окно конфигуратора, открытого пользователем с ролью «Бухгалтер».

Такая ситуация демонстрирует серьезные

уязвимости, они могут повлечь за собой утечку конфиденциальной информации. Любой сотрудник имеет права на выгрузку сведений. Злоумышленник, украв логин и пароль, получает возможность загрузить информационную систему на свой персональный компьютер (ПК), затем использовать ее локально или передать третьим лицам.

Другая серьезная проблема: не создан администратор кластера серверов. Без него любой пользователь может создавать новые информационные базы, что создает огромную угрозу безопасности. Если для пользователей программы оставить доступной возможность запуска внешних обработок или написания своих собственных информационных баз, злоумышленник способен разработать и разместить на сервере вредоносный модуль, который, работая от имени сервера «1С: Предприятие», получает полный доступ к приложению и его информационной базе. В частности, данный модуль способен считывать конфигурационный файл *1CV8Reg.lst*, содержащий данные для доступа к *SQL Server* (пароль). Получив эти данные, модуль обретает доступ ко всей базе.

Несомненно, при проведении настроек *MS SQL* и кластера серверов вероятность возникновения проблем будет значительно ниже. Но даже при корректной настройке всегда остается один из важнейших факторов безопасности – человек. Даже самая совершенная защита не сможет гарантировать безопасность системы, если к ней имеет доступ недобросовестный или неаккуратный пользователь, например: системный администратор или главный бухгалтер.

**Список литературы**

1. Радченко, М. Архитектура и работа с данными «1С:Предприятие 8» / М. Радченко, Е. Хрусталева.
2. «1С:Предприятие 8 Руководство пользователя» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://its.1c.ru/db/v83doc/bookmark/usr>.
3. «1С:Предприятие 8 Руководство пользователя. Интерфейс «Такси» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://its.1c.ru/db/v83doc/bookmark/utx>.
4. «1С:Предприятие 8 Руководство разработчика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://its.1c.ru/db/v83doc/bookmark/dev>.
5. «1С:Предприятие 8 Руководство администратора» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://its.1c.ru/db/v83doc/bookmark/adm>.
6. «1С:Предприятие 8 Клиент-серверный вариант. Руководство администратора» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://its.1c.ru/db/v83doc/bookmark/cs>.

**References**

1. Radchenko, M. Arkhitektura i rabota s dannymi «1S:Predpriyatiye 8» / M. Radchenko, Ye. Khrustaleva.
2. «1S:Predpriyatiye 8 Rukovodstvo pol'zovatelya» [Electronic resource]. – Access mode : <https://its.1c.ru/db/v83doc/bookmark/usr>.
3. «1S:Predpriyatiye 8 Rukovodstvo pol'zovatelya. Interfeys «Taksi» [Electronic resource]. – Access mode : <https://its.1c.ru/db/v83doc/bookmark/utx>.
4. «1S:Predpriyatiye 8 Rukovodstvo razrabotchika» [Electronic resource]. – Access mode : <https://its.1c.ru/db/v83doc/bookmark/dev>.
5. «1S:Predpriyatiye 8 Rukovodstvo administratora» [Electronic resource]. – Access mode : <https://its.1c.ru/db/v83doc/bookmark/adm>.
6. «1S:Predpriyatiye 8 Kliyent-servernyy variant. Rukovodstvo administratora» [Electronic resource]. – Access mode : <https://its.1c.ru/db/v83doc/bookmark/cs>.

---

© О.И. Семенова, И.А. Журавлев, 2025

УДК 66.045.1

П.А. ГАЛКИН, Т.В. ПОЛЯКОВА, Б.В. ВИШЕВ, Р.Р. ТЛЯШЕВА

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа

## ОЦЕНКА СРАВНИТЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ МЕТОДОМ CFD-МОДЕЛИРОВАНИЯ

---

*Ключевые слова:* сравнительная оценка эффективности; теплообмен; теплообменный аппарат; цифровое исследование; CFD-моделирование.

*Аннотация.* Целью исследования является определение оптимального метода сравнительной оценки различных конструкций теплообменного оборудования. Необходимость метода определена потребностью определения целесообразности внедрения инновационных конструкций теплообменных аппаратов в промышленность. Выдвинуто предположение о перспективности применения метода оценки, основанного на CFD-моделировании.

Проведен обзор существующих методов оценки эффективности теплообменного оборудования. Определено, что для оценки эффективности внедрения необходимо учитывать множество параметров, определение которых возможно только в результате комплексного экспериментального исследования.

Рассмотрены параметры, влияющие на оценку эффективности теплообменного оборудования. Проведен анализ существующих методов исследования. Описаны проблемы проведения лабораторных исследований в реальных условиях. Выдвинуто предположение о перспективности применения виртуального проведения эксперимента благодаря применению CFD-моделирования.

Рассмотрены примеры применения CFD-моделирования для исследования эффективности инновационных конструкций теплообменного оборудования. Получено подтверждение перспективности применения предложенного метода для сравнительной оценки эффективности теплообменного оборудования различной конструкции.

### Введение

Уровень эффективного потребления энергии промышленных продуктов Российской Федерации на сегодняшний день в несколько раз уступает среднемировым. Повышение эффективности использования энергоресурсов является одной из ключевых задач для обеспечения устойчивого развития страны.

Теплообменное оборудование является неотъемлемой частью промышленного комплекса, и от эффективности его работы зависит общая эффективность энергетической системы. Достичь повышения энергоэффективности технологической цепочки, включающей теплообменное оборудование, возможно при замене оборудования на новейшие передовые образцы, либо путем модернизации существующего.

Целесообразность внедрения определяется разработкой технико-экономического обоснования, учитывающего как положительный эффект, так и затраты на изготовление, а также возможное повышение затрат на эксплуатацию. Эффективность теплообменного аппарата определяется множеством взаимосвязанных параметров. Анализ исследований показывает, что наиболее качественное представление данных параметров возможно при комплексном экспериментальном исследовании.

Проведение эксперимента в реальных условиях трудноосуществимо, так как требует больших материальных затрат для оснащения лабораторного стенда и обеспечения строгих требований безопасности при работе с опасными средами. Большой перспективой обладает проведение виртуального эксперимента, обеспечивающего качественное представление ис-

следуемых параметров.

### Параметры, определяющие эффективность теплообменного аппарата

Оценка эффективности теплообменного аппарата должна учитывать параметры, описывающие теплофизические свойства процесса, параметры, определяющие сложность и стоимость изготовления аппарата, а также затраты на эксплуатацию. Среди множества параметров, приведенных в различных исследованиях, следует выделить наиболее важные [1].

1. Коэффициент теплопередачи. Характеризует способность передавать тепло от одного потока к другому. Зависит от температурного режима работы, конструкции аппарата, скорости потока, а также от параметров теплоносителей. Чем выше коэффициент теплопередачи, тем эффективнее теплообменный аппарат.

2. Массовый расход. Определяет количество жидкости или газа, проходящего через аппарат за единицу времени. Оптимальный массовый расход позволяет достичь максимальной эффективности теплообмена. Слишком низкий или слишком высокий расход может привести к снижению эффективности работы аппарата. Важно контролировать массовый расход для сокращения потери энергии и предотвращения перегрева или недогрева потоков.

3. Площадь теплообмена. Характеризует площадь поверхности, которая необходима для передачи заданного количества тепла. При увеличении расчетного значения требуемой площади увеличиваются габариты аппарата и повышается материалоемкость.

4. Стоимость. Комплексный параметр, определяющийся из сложности изготовления, материалоемкости, материального исполнения.

5. Эксплуатационные затраты. Нередко повышение производительности связано с ростом гидравлического сопротивления и необходимостью изменения параметров технологического режима. Также следует учитывать габаритные размеры, влияющие на компоновку трубопроводной обвязки и определения требуемой несущей способности металлоконструкций для установки аппарата.

### Существующие методы исследования

Текущий уровень технологического раз-

вития обуславливает два основных подхода к проведению научно-исследовательской деятельности по характеру испытаний: физических (в реальных условиях) и виртуальных (в цифровом пространстве).

Традиционный способ направлен на изучение объекта исследования посредством физических экспериментальных установок. Достоинствами такого подхода являются наглядность и практичность ввиду физической достоверности наблюдаемых результатов; возможность проверить применимость результатов в реальных условиях с учетом влияния окружающей среды. Недостатки включают в себя ограниченную гибкость при изменении условий и параметров физического эксперимента ввиду разрушаемости или расхода рабочего ресурса установки; опасность исследований при работе с химически опасными материалами; высокие затраты времени при многократном повторении эксперимента для проверки результатов или изменении условий эксперимента; значительные финансовые вложения на оборудование, материалы, специальные условия проведения.

Цифровой способ опирается на возможности электронных вычислительных машин при исследовании компьютерной модели. Достоинствами такого подхода являются доступность испытательного полигона в связи с его виртуальным исполнением; простота воспроизводимости эксперимента; гибкость изменения входных параметров для единожды созданной цифровой модели; низкие затраты ввиду отсутствия необходимости дорогостоящего оборудования, материалов и специальных условий; безопасность для людей и экологичность для окружающей среды ввиду моделирования на цифровом полигоне. Недостатки включают в себя неточность результирующих показателей в связи с ограничениями качества модели или возможностей программного комплекса; трудность моделирования сложных процессов с большим набором характерных параметров; невозможность учета всех факторов со стороны физической действительности.

### CFD-моделирование

*Computational fluid dynamics (CFD)* – вычислительная гидродинамика является методом численного моделирования, направленным на решение задач гидродинамики, газодинамики

(аэродинамики), теплопереноса.

Применение *CFD*-моделирования обрета-ет все большую популярность в исследованиях инновационных конструкций теплообмен-ных аппаратов.

Так, в работе [2] авторами было определе-но оптимальное расстояние между поперечны-ми перегородками кожухотрубчатого теплооб-менного аппарата. В работе [3] авторами был проведен анализ эффективности применения винтовых перегородок в конструкции теплооб-менного аппарата. По результатам моделиро-вания были установлены выходные параметры теплоносителей, что позволило подтвердить эффективность применения предлагаемого ре-шения. В работе [4] авторы используют *CFD*-моделирование для определения оптимальной конструкции аппарата воздушного охлаждения.

В общем случае применение *CFD*-моделирования позволило авторам провести исследование эффективности предлагаемых решений на взрывопожароопасных средах, на виртуальных прототипах без материальных за-трат на подготовку экспериментального стенда.

### Вывод

Обоснование целесообразности внедрения

инновационного теплообменного оборудования должно быть основано на достоверных дан-ных, учитывающих теплофизические свойства процесса, сложность и стоимость изготовления аппарата, а также затраты на эксплуатацию. Получение указанных данных возможно толь-ко при комплексном экспериментальном ис-следовании. Проведение исследований в лабо-раторных условиях обусловлено сложностью материально-технического обеспечения, а так-же необходимостью соблюдения требований безопасности при работе с опасными средами.

Перспективой обладает проведение вир-туального исследования, основанного на принципах численного моделирования. Наи-большой интерес представляет метод *CFD*-моделирования. Применение специализиро-ванных программных комплексов позволит использовать имеющиеся вычислительные ре-сурсы и исключит необходимость проведения физических экспериментов.

Метод вычислительной гидродинамики, который опирается на средства компьютерно-го моделирования и возможности виртуально-го эксперимента, призван стать действенным инструментом для проведения сравнительной оценки эффективности теплообменных аппа-ратов различной конструкции.

### Список литературы

1. Байгалиев, Б.Е. Теплообменные аппараты: Учебное пособие / Б.Е. Байгалиев, А.В. Щелчков, А.Б. Яковлев, П.Ю. Гортышов. – Казань : Издательство Казан. нац. исслед. ун-та. – 2011. – 171 с.
2. Четверткова, О.В. Применение дополнительных перегородок для повышения эффектив-ности кожухотрубчатых теплообменников / О.В. Четверткова, Р.Г. Ризванов, А.М. Файрушин // Элек-тронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2017. – № 3. – С. 67–83.
3. Юсупов, И.М. Сравнительная оценка кожухотрубчатых теплообменников с сегментными и винтовыми перегородками / И.М. Юсупов // Инновационная наука. – 2019. – № 12. – С. 54–58.
4. Лесной, Д.В. Совершенствование конструктивного оформления теплообменных и мас-сообменных аппаратов: специальность 2.6.13 «Процессы и аппараты химических технологий» / Д.В. Лесной // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа – 2021. – 140 с.

### References

1. Baygaliyev, B.Ye. Teploobmennyye apparaty: Uchebnoye posobiye / B.Ye. Baygaliyev, A.V. Shchelchkov, A.B. Yakovlev, P.YU. Gortyshov. – Kazan' : Izdatel'stvo Kazan. nats. issled. un-ta. – 2011. – 171 s.
2. Chetvertkova, O.V. Primeneniye dopolnitel'nykh peregorodok dlya povysheniya effektivnosti kozhukhotrubchatykh teploobmennikov / O.V. Chetvertkova, R.G. Rizvanov, A.M. Fayrushin // Elektronnyy nauchnyy zhurnal Neftegazovoye delo. – 2017. – № 3. – S. 67–83.

3. Yusupov, I.M. Sravnitel'naya otsenka kozhukhotrubchatykh teploobmennikov s segmentnymi i vintovymi peregorodkami / I.M. Yusupov // Innovatsionnaya nauka. – 2019. – № 12. – S. 54–58.

4. Lesnoy, D.V. Sovershenstvovaniye konstruktivnogo oformleniya teploobmennykh i massoobmennykh apparatov: spetsial'nost' 2.6.13 «Protssesy i apparaty khimicheskikh tekhnologiy» / D.V Lesnoy // Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. – FGBOU VO «Ufimskiy gosudarstvennyy neftyanoy tekhnicheskiy universitet», Ufa – 2021. – 140 s.

---

© П.А. Галкин, Т.В. Полякова, Б.В. Вишев, Р.Р. Тляшева, 2025

УДК 66.045.12

*П.А. ГАЛКИН, Р.Р. ТЛЯШЕВА**ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной  
технический университет», г. Уфа*

## **РОЛЬ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ПОРИСТОГО ЛИТОГО АЛЮМИНИЯ В КОНСТРУКЦИИ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ**

---

*Ключевые слова:* интенсификация теплообмена; пористый литой алюминий; ресурсосбережение; теплообменный аппарат; энергосбережение.

*Аннотация.* Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации определяет важность развития энерго- и ресурсосберегающих технологий во всех отраслях топливно-энергетического комплекса. Эффективность теплообменного оборудования определяет степень полезного использования тепловой энергии, а значит, и общую эффективность энергетической системы процесса.

Целью исследования является определение эффективного метода интенсификации теплообмена, наиболее перспективного для практической реализации в конструкциях теплообменных аппаратов.

Рассмотрены различные способы интенсификации работы теплообменных аппаратов. На основании анализа научно-технической литературы выдвинуто предположение о перспективности пассивного метода интенсификации теплообмена, опирающегося одновременно на несколько физических оснований. Для практической реализации такого способа предложено установить в теплообменные каналы аппаратов вставки из пористого литого алюминия.

Анализ научно-технической литературы подтверждает перспективность предложенного способа интенсификации тепло-

обмена.

Определено, что отсутствие универсального метода расчета и подбора, позволяющего определить конструкцию и габариты таких аппаратов под конкретные технологические задачи, не позволяет им получить широкого распространения в промышленности.

---

### **Актуальность**

Повышение эффективности использования энергоресурсов является одной из ключевых задач для обеспечения устойчивого развития страны. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации определяет наиболее значимые проблемы, для решения которых необходима реакция со стороны государства. Следует выделить рост значимости энерговооруженности экономики, а также повышение эффективности использования, передачи и хранения энергии. На текущий момент уровень эффективного потребления энергии отечественных промышленных продуктов сравнительно невысок. По отношению к среднемировым показателям уступает в 1,2–2 раза, а в сравнении с лучшими мировыми практиками уступает в 1,5–4 раза. Однако Российская Федерация обладает большим потенциалом энергосбережения, и при должном подходе к развитию энергосберегающих технологий энергопотребление возможно снизить до уровня третьей части текущего значения.

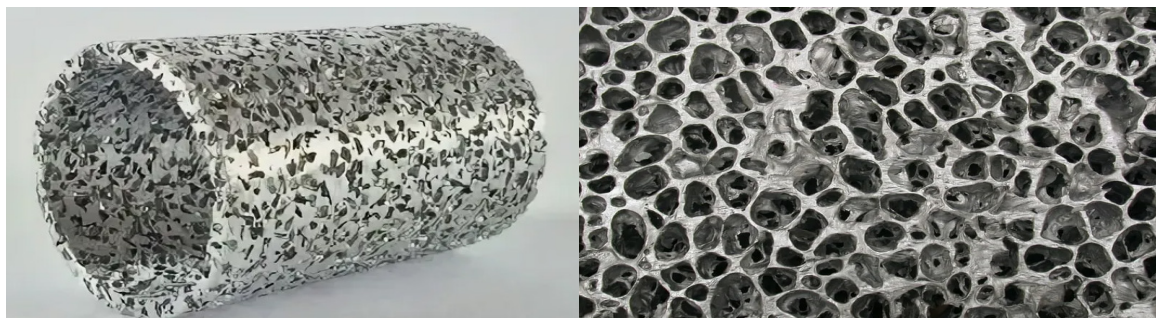


Рис. 1. Литой открытоячеистый пористый алюминий

Развитие энергетики вносит значительный вклад в экономический рост и обеспечение национальной безопасности страны. Топливо-энергетический комплекс является основой энергетики Российской Федерации. Поэтому стратегически важно наращивать энергетическую эффективность во всех отраслях. Применение энергоэффективного оборудования позволяет снизить потребление энергии, сохраняя при этом промышленные показатели.

Теплообменное оборудование является неотъемлемой частью топливо-энергетического комплекса и применяется в различных отраслях промышленности. Эффективность теплообменного оборудования определяет степень полезного использования тепловой энергии, а значит, и общую эффективность энергетической системы процесса.

#### Методы интенсификации теплообмена

Промышленные методы интенсификации теплообмена принято классифицировать на пассивные, активные и сложные. Главным различием являются необходимость подвода внешней энергии для активных способов интенсификации теплообмена и отсутствие такой необходимости для пассивных [1; 2].

Анализ обзора мировых практик интенсификации работы теплообменного оборудования показывает, что наиболее широкое практическое применение получили пассивные методы, направленные на турбулизацию потока: различные вставки, профилированные трубы, оребрение. Эффективность этих способов различна, в лучшем случае удается увеличить теплоотдачу в 2–3 раза [3].

Комплексное применение различных методов интенсификации теплообмена способно повысить эффективность процесса и достигнуть более значимых показателей в части решения задач энергоресурсосбережения.

Значительным потенциалом обладает применение пассивного метода интенсификации теплообмена, базирующегося на нескольких физических основаниях одновременно. Также положительный эффект на увеличение степени интенсификации теплообмена окажет реализация одного физического основания несколькими практическими способами одновременно.

#### Пористый литой алюминий в конструкции теплообменных аппаратов

Практическая реализация комплексного пассивного метода интенсификации теплообмена возможна благодаря установке в теплообменные каналы вставок из пористых материалов. Их применение способно увеличить теплообмен до десятков раз [4], при этом отсутствует необходимость подвода внешней энергии.

Наиболее перспективным является применение открытоячеистого пористого литого алюминия (рис. 1). Материал обладает уникальными теплофизическими и механическими свойствами. Благодаря литейному способу производства пористого алюминия с применением удаляемого наполнителя обеспечивается равномерное распределение пор и обеспечивается открытоячеистая структура. Наиболее важными свойствами для интенсификации теплообмена являются высокая развитая поверхность материала, а также высокий коэффициент



теплопроводности.

Эффективность применения пористого литого алюминия для интенсификации теплообмена в кожухотрубных теплообменных аппаратах экспериментально доказана в работе [5]. Для определения эффективности таких аппаратов авторами был создан экспериментальный стенд и проведен ряд опытных исследований. Проведенные лабораторные исследования показали, что тепловая мощность теплообменных аппаратов с пористым наполнением больше по сравнению с теплообменным аппаратом без пористого наполнения.

### Выводы

Интенсификация работы теплообменного оборудования является важной и актуальной, соответствующей задачам программы на-

учно-технологического развития Российской Федерации.

Высокая эффективность способа интенсификации теплообмена, основанного на применении пористого литого алюминия, доказана и имеет большую перспективу для применения в промышленности. Описанный способ не вызывает значительного повышения энергозатрат при эксплуатации теплообменного оборудования и будет способствовать повышению энергоэффективности производства.

Для распространения теплообменных аппаратов, интенсифицированных вставкой из пористого алюминия, в промышленности требуется разработка универсального метода расчета и подбора, позволяющего определить конструкцию и габариты такого аппарата под конкретную технологическую задачу.

### Список литературы

1. Физические основы и промышленное применение интенсификации теплообмена: Интенсификация теплообмена: монография / И.А. Попов, Х.М. Махьянов, В.М. Гуреев; под общ. ред. Ю.Ф. Гортышова. – Казань : Центр инновационных технологий, 2009. – 560 с.
2. Попов, И.А. Промышленное применение интенсификации теплообмена – современное состояние проблемы (Обзор) / И.А. Попов, Ю.Ф. Гортышов, В.В. Олимпиев // Теплоэнергетика. – 2012. – № 1. – С. 3.
3. Дрейцер, Г.А. Проблемы создания высокоэффективных трубчатых теплообменных аппаратов / Г.А. Дрейцер // Теплоэнергетика. – 2006. – № 4. – С. 31–38.
4. Попов, И.А. Гидродинамика и теплообмен в пористых теплообменных элементах и аппаратах / И.А. Попов ; под общей редакцией Ю.Ф. Гортышова. – Казань : ООО «Центр инновационных технологий», 2007. – 240 с.
5. Рыдалина, Н.В. Применение пористых металлов в конструкциях теплообменных аппаратов / Н.В. Рыдалина, О.А. Степанов, Е.О. Антонова // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15. – № 1.

### References

1. Fizicheskiye osnovy i promyshlennoye primeneniye intensivatsii teploobmena: Intensifikatsiya teploobmena: monografiya / I.A. Popov, Kh.M. Makhyanov, V.M. Gureyev; pod obshch. red. YU.F. Gortyshova. – Kazan' : Tsentr innovatsionnykh tekhnologiy, 2009. – 560 s.
2. Popov, I.A. Promyshlennoye primeneniye intensivatsii teploobmena – sovremennoye sostoyaniye problemy (Obzor) / I.A. Popov, YU.F. Gortyshov, V.V. Olimpiyev // Teploenergetika. – 2012. – № 1. – S. 3.
3. Dreytser, G.A. Problemy sozdaniya vysokoeffektivnykh trubchatykh teploobmennykh apparatov / G.A. Dreytser // Teploenergetika. – 2006. – № 4. – S. 31–38.
4. Popov, I.A. Gidrodinamika i teploobmen v poristykh teploobmennykh elementakh i apparatakh /

I.A. Popov ; pod obshchey redaktsiyey YU.F. Gortyshova. – Kazan' : OOO «Tsentr innovatsionnykh tekhnologiy», 2007. – 240 s.

5. Rydalina, N.V. Primeneniye poristyykh metallov v konstruktsiyakh teploobmennyykh apparatov / N.V. Rydalina, O.A. Stepanov, Ye.O. Antonova // Vestnik yevraziyskoy nauki. – 2023. – T. 15. – № 1.

---

© П.А. Галкин, Р.Р. Тляшева, 2025

УДК 004.052

В.Г. СИДОРОВ, Д.В. ЦУРИКОВ, Д.А. СТАВЦЕВ, А.В. ТЕРПЕНЕВ  
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

## СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ

*Ключевые слова:* автоматизация; безопасность данных; интеллектуальные системы; интернет вещей; искусственный интеллект; обучение; управление процессами.

*Аннотация.* Цель исследования заключается в изучении современных технологий управления и автоматизации, направленных на повышение надежности и безопасности промышленных процессов. Основная задача исследования состоит в анализе проблем нехватки квалифицированных кадров, уязвимостей в области защиты данных и интеграции инновационных решений. Особое внимание уделяется применению Интернета вещей (*IoT*) и адаптивных технологий для оптимизации управления и мониторинга процессов. Гипотеза предполагает, что внедрение *IoT*, предиктивной аналитики и автоматизированных систем управления способствует повышению эффективности, снижению рисков и улучшению безопасности. Методология включает анализ адаптивных алгоритмов, автоматизированных платформ управления и сравнительный анализ традиционных и современных подходов. Результаты исследования подтверждают, что внедрение таких технологий, как предсказательное обслуживание и автоматизированные решения, позволяет снизить затраты, улучшить защиту данных и повысить устойчивость промышленных процессов.

Системы управления и автоматизации играют ключевую роль в современном производственном процессе. Совершенствование технологий в этой области способствует повышению эффективности, надежности и безопасности промышленных операций. Введение передовых

решений, таких как искусственный интеллект, машинное обучение и интернет вещей, меняет подход к управлению и делает его более адаптивным к динамичным условиям рынка [1].

Актуальность внедрения современных технологий в управление производственными процессами становится очевидной на фоне увеличения объема данных, усложнения производственных задач и необходимости повышения конкурентоспособности предприятий. Интеграция интеллектуальных систем и автоматизированных платформ способствует оптимизации процессов, однако она сопровождается значительными вызовами. Одной из таких проблем является нехватка квалифицированных кадров, которая затрудняет эффективное использование новых технологий. Компании сталкиваются с трудностями в поиске специалистов, способных не только работать с передовыми системами, но и адаптировать их к специфике производственных процессов.

Отсутствие единого стандарта для *IoT*-технологий также является важным барьером для их массового внедрения. Различия в стандартах препятствуют взаимодействию между устройствами разных производителей, усложняют разработку новых решений и ограничивают интеграцию *IoT* в существующую инфраструктуру. Это негативно сказывается на эффективности использования технологий в масштабах всей отрасли.

Для решения этой проблемы необходима разработка единого стандарта для *IoT*-технологий, который будет применяться как на национальном, так и на международном уровне. На текущий момент ведутся работы по стандартизации *IoT*-технологий в России, но их темпы требуют ускорения. Также важно активное участие российских специалистов

Таблица 1. Кейсы использования *IoT* в различных отраслях России

Отрасль	Примеры <i>IoT</i> -решений	Преимущества использования <i>IoT</i> в этой отрасли	Вызовы и ограничения
Производство	Умные заводы, мониторинг процессов производства	Улучшение эффективности, снижение затрат, увеличение качества продукции	Высокие затраты на внедрение <i>IoT</i> , угрозы кибербезопасности
Здравоохранение	Мониторинг пациентов, телемедицина	Улучшение качества здравоохранения, повышение доступности	Недостаточный уровень цифровой грамотности, проблемы конфиденциальности данных
Транспорт	Умные города, управление транспортными потоками	Снижение заторов, уменьшение выбросов вредных веществ	Сложности в интеграции <i>IoT</i> -решений с существующей инфраструктурой
Сельское хозяйство	Умные фермы, мониторинг посевов	Увеличение урожайности, снижение затрат, улучшение качества продукции	Ограниченный доступ к высокоскоростному интернету в некоторых регионах, сложности в поддержке <i>IoT</i> технологий на малых фермах

Таблица 2. Сравнение проблем в системах управления

Проблема	Традиционные системы	Современные системы управления
Квалификация кадров	Ограниченная необходимость	Высокие требования к навыкам
Безопасность данных	Минимальное внимание	Повышенные риски утечки данных
Риски потерь данных	Меньше рисков	Высокий риск при утечках
Адаптивность к изменениям	Низкая	Высокая

в разработке международных стандартов, что позволит обеспечить совместимость технологий и усилить позиции отечественных компаний на мировом рынке.

Табл. 1 содержит кейсы использования *IoT* в различных отраслях России. Она демонстрирует, какие виды *IoT*-технологий активно применяются в реальной жизни, выявляет преимущества, вызовы их использования и указывает на области, которые требуют дополнительного внимания для развития [2].

Примеры *IoT*-решений в производстве включают умные заводы и мониторинг процессов производства, в здравоохранении – мониторинг пациентов и телемедицину, в транспорте – умные города и управление транспортными потоками, в сельском хозяйстве – умные фермы и мониторинг посевов.

Кроме того, важным аспектом является и

вопрос безопасности данных. С увеличением объема собираемых данных возрастает и вероятность их утечки или неправомерного использования. Это создает дополнительные риски для организаций, особенно в условиях когда к системам управления подключается множество различных устройств, что отражено в табл. 2.

Таким образом, можно видеть, что, несмотря на высокую эффективность современных технологий, компании сталкиваются с важными вызовами, такими как нехватка квалифицированных кадров и безопасность данных. Эти вызовы становятся все более актуальными, так как внедрение современных систем управления требует от работников новых знаний и навыков. К сожалению, многие компании не имеют достаточного количества специалистов, которые могут не только использовать, но и адаптировать современные технологии под свои нуж-

ды. Более того, проблемы безопасности данных становятся критическими в условиях, когда к системам управления подключается множество устройств, создающих риск утечки или непропорционального использования информации [3–4].

Решение этих проблем является необходимым условием для полноценного внедрения и использования современных систем управления. В качестве возможного решения можно рассмотреть внедрение образовательных программ и инициатив, направленных на подготовку кадров для работы с новыми технологиями. Открытие курсов и семинаров по искусственному интеллекту, машинному обучению и интернету вещей может существенно повысить уровень знаний работников и способствовать успешной интеграции технологий. Также целесообразно проводить стажировки и практические занятия, где сотрудники смогут в реальных условиях научиться применять полученные знания. Это не только укрепит их уверенность в своих силах, но и даст возможность сразу применять теорию на практике.

Кроме того, стоит обратить внимание на развитие программного обеспечения, способ-

ного автоматизировать процессы обучения. Это позволит снизить нагрузку на сотрудников и быстро адаптировать их к новым условиям, а также сделать процесс обучения более доступным и гибким. Например, внедрение онлайн-курсов и модульных программ даст возможность работникам учиться в удобное для них время, что особенно важно для тех, кто уже работает на производстве [5].

Также можно упомянуть о перспективах применения технологий дополненной и виртуальной реальности для обучения и симуляции процессов. Эти технологии способны создать безопасные и контролируемые условия, в которых работники смогут получать практический опыт без необходимости вмешательства в реальные производственные процессы.

Таким образом, решение проблем нехватки квалифицированных кадров и обеспечения безопасности данных может быть достигнуто через активное внедрение образовательных программ, использование новых технологий для обучения и создание безопасной среды для практической отработки навыков.

### Список литературы

1. Петросян, М.Ф. Промышленная автоматизация и системы управления (IACS) / М.Ф. Петросян // Форум молодых ученых. – 2022. – № 4(68). – С. 258–260.
2. Ванечкин, А.А. Проблемы рынка IoT в России: анализ и пути улучшения / А.А. Ванечкин, М.С. Кириллов, Г.А. Тимофеев, М.С. Швехгеймер, А.Б. Селезнев // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 3. – С. 322–326.
3. Кузнеценко, И.М. Риски организации и реализации процесса принятия решений на основании аналитики больших данных и искусственного интеллекта / И.М. Кузнеценко // Государственное управление. Электронный вестник. – 2024. – № 104. – С. 162–180.
4. Алфимов, Г.Д. Развитие технологий искусственного интеллекта и машинного обучения в нефтегазовом комплексе / Г.Д. Алфимов // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2024. – № 5-1 (111). – С. 18–21.
5. Китайгородский, Д.А. Сквозные цифровые технологии – от индустрии к образованию / Д.А. Китайгородский, А.Д. Шибанов // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Психологические и педагогические науки. – 2021. – № 1. – С. 146–150.

### References

1. Fizicheskiye osnovy i promyshlennoye primeneniye intensivatsii teploobmena: Intensifikatsiya tep1. Petrosyan, M.F. Promyshlennaya avtomatizatsiya i sistemy upravleniya (IACS) / M.F. Petrosyan // Forum molodykh uchenykh. – 2022. – № 4(68). – S. 258–260.
2. Vanechkin, A.A. Problemy rynka IoT v Rossii: analiz i puti uluchsheniya / A.A. Vanechkin, M.S. Kirillov, G.A. Timofeyev, M.S. Shvekhgeymer, A.B. Seleznev // Innovatsii i investitsii. – 2023. – № 3. – S. 322–326.
3. Kuznechenko, I.M. Riski organizatsii i realizatsii protsessa prinyatiya resheniy na osnovanii analitiki bol'shikh dannyykh i iskusstvennogo intellekta / I.M. Kuznechenko // Gosudarstvennoye

upravleniye. Elektronnyy vestnik. – 2024. – № 104. – S. 162–180.

4. Alfimov, G.D. Razvitiye tekhnologiy iskusstvennogo intellekta i mashinnogo obucheniya v neftegazovom komplekse / G.D. Alfimov // Ekonomika i biznes: teoriya i praktika. – 2024. – № 5-1 (111). – S. 18–21.

5. Kitaygorodskiy, D.A. Skvoznnyye tsifrovyye tekhnologii – ot industrii k obrazovaniyu / D.A. Kitaygorodskiy, A.D. Shibanov // Vestnik Permskogo gosudarstvennogo gumanitarno-pedagogicheskogo universiteta. Psikhologicheskiye i pedagogicheskiye nauki. – 2021. – № 1. – S. 146–150.

---

© В.Г. Сидоров, Д.В. Цуриков, Д.А. Ставцев, А.В. Терпенев, 2025

УДК 65.011.56 338.364

И.А. ГИРИН, Е.Н. ЛОБАЧЕВА, Д.А. СКВОРЦОВА

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет

имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва

---

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЦИФРОВОЙ ЗРЕЛОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

---

*Ключевые слова:* Индустрия 4.0; организационная структура; цифровая зрелость; цифровая трансформация; экспертные оценки.

*Аннотация.* Целью данного исследования является выявление показателей оценки цифровой зрелости промышленных предприятий на основе анализа научно-методической литературы. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: определить группы показателей и провести анализ актуальных методов их оценки для последующего формирования структуры графа универсальных критериев цифровой зрелости предприятий различных отраслей. Использование многомерных архитектур систем автоматизации, а также принятые способы дискретизации процессов, основанных на разных подходах, позволяют предположить наличие универсальных критериев и методов их расчета и анализа, что выступает главной гипотезой исследования. Основными методами исследования являются анализ стандартов и научной литературы в рассматриваемой области и оценка качества итеративных методов многокритериальной оптимизации показателей цифровой зрелости. В результате проведенного исследования было выявлено, что существующие методы поверхностно оценивают уровень цифровой зрелости и не учитывают горизонтальные взаимосвязи между различными направлениями деятельности предприятий; применяемые вычислительные методы расчета ограничены оценками экспертов, что оказывает влияние на точность, достоверность и объективность получаемых результатов.

---

Отличительной чертой четвертой промышленной революции, или же Индустрии 4.0, яв-

ляется полная автоматизация бизнес-процессов предприятия. Современные интернет-технологии позволяют исключить человеческий труд из множества задач. Технология интернета вещей позволяет настроить взаимодействие между машинами, приборами, складом, тем самым значительно снижая необходимое количество ресурсов для поддержания работы предприятия.

Цифровая трансформация [1] является стратегическим процессом развития предприятия. Она описывает преобразование, которое должно пройти предприятие для перехода к Индустрии 4.0. Такой процесс требует значительных затрат на обновление технологий, а также найма высококвалифицированных специалистов, которые смогут настроить процесс трансформации и помочь предприятию адаптироваться к изменениям.

Существуют различные определения цифровой зрелости, которые часто замещаются понятием «цифровая готовность». Цифровая зрелость [2] – это систематический процесс адаптации предприятия к постоянно меняющимся цифровым технологиям. Этот термин заимствует смысл слова «зрелость» (как способность правильно реагировать на изменения во внешнем мире за счет накопленных знаний и опыта). Для определения уровня цифровой зрелости (УЦЗ) существуют различные методы, которые позволяют оценить деятельность организации по множеству факторов и определить ее готовность к цифровой трансформации.

На данный момент существует множество исследований и примеров для оценки УЦЗ в разных отраслях. Метод «Структура цифровой зрелости» (англ. *Digital Maturity Framework*) [3] был разработан компанией *Digital Leadership Ltd* для обслуживания потребностей благотворительных и некоммерческих организаций.

Он измеряет 17 показателей, оцениваемых по шкале от 1 до 5 и сформированных в четыре группы. Сбор данных организован через онлайн-анкетирование, где большое внимание уделяется аспектам корпоративной культуры компании.

*Business Development Bank of Canada (BDC)* разработал собственный метод оценки уровня цифровой зрелости (англ. *Digital Maturity Assessment*) на основе разработок *MIT Centre of Digital Business* и *Capgemini Consulting* [4] при формировании выгодных финансовых предложений для поддержки малого и среднего бизнеса. Метод *BDC* измеряет 13 показателей, результат оценивается по шкале от 1 до 120 и делится на две группы. Сбор данных также организован через онлайн-анкету.

Метод «Индикатор цифровой зрелости» (англ. *Digital Maturity Benchmark*) был разработан компанией *Google* [5] совместно с консалтинговой компанией *Boston Consulting Group (BCG)*. Этот метод также использует метод анкетирования и позволяет определить уровень цифровой зрелости по шести направлениям деятельности: сбор информации, акты и реклама, доступность, аудитория, автоматизация, бизнес-процессы. Каждое направление оценивается по шкале от 1 до 4.

В России также были разработаны методы оценки цифровой зрелости. Одним из самых известных считается метод «Организационное цифровое производство» (англ. *Organizational Digital Manufacturing Maturity Model – ODM3*) [6], разработанный Московской школой управления Сколково. Метод *ODM3* измеряет 15 показателей, оцениваемых по шкале от 1 до 5 и сформированных в три группы. Сбор данных тоже организован через анкету, результаты которой обрабатывают.

Другим известным методом является «Цифровой паспорт промышленного предприятия», разработанный Минпромторгом России в 2020 г. [7]. Сбор данных также реализован через онлайн-анкету, однако содержит наибольшее число вопросов и подкатегорий среди всех описанных методов. Цифровой паспорт позволяет Минпромторгу оценить уровень развития промышленных предприятий России, сформировать траекторию развития и меры поддержки.

В упомянутых выше примерах преимущественно используется шкала от 1 до 5. Помимо подсчета итоговой оценки УЦЗ, создатели

методов часто дают рекомендации по повышению УЦЗ компании за счет анализа итоговой оценки. Многие являются одномерными и поверхностными, то есть не учитывают подвиды какой-либо деятельности. Редкие работы, например, *ODM3*, пробуют связать свою оценку со стадиями жизненного цикла.

С точки зрения сбора данных наиболее популярным является метод анкетирования, т.к. многие методы оценки сопровождаются электронным сервисом, доступным в сети интернет. Представитель компании самостоятельно вносит данные своей компании, отвечая на вопросы в форме, и затем получает итоговую оценку.

Рассматриваемые примеры обладают следующими общими свойствами.

1. Линейная структура: анкета поделена на группы со своими вопросами в каждой. Вопросы не пересекаются по теме.

2. Простой формат ответа: во всех рассмотренных анкетах активно использовались вопросы с выбором варианта ответа из списка, за исключением вводной секции, где опрашиваемый должен самостоятельно ввести данные о своей организации.

3. Прогрессия оценки: все варианты ответов, будь то количественные или качественные, следуют логике «от меньшего к большему», где последний вариант ответа (нижний в списке) всегда имеет высшую оценку, чем вариант, указанный в начале списка.

Описанные ограничения могут стать причиной недостоверности данных и, соответственно, привести к ошибочной оценке УЦЗ. Для получения более точной оценки авторы статьи предлагают расширить сбор данных и рассматривать предприятия и с точки зрения стадий жизненного цикла, и с точки зрения бизнес-процессов. При этом часть показателей может собираться автоматически, что позволит избежать недостоверности результатов. В качестве примера предлагается рассмотреть возможность использования эталонной архитектуры Интернета вещей *IIRA* [8] или же модель эталонной архитектуры предприятия *4.0 RAMI 4.0* [9], которые описывают взаимосвязи всех подразделений предприятия в одну структуру, что позволяет лучше оценивать состояние системы в целом. Для последующего анализа УЦЗ необходимо использовать методы нормирования данных, методы многокритериальной оптимизации.



**Список литературы**

1. Рудник, П.Б. Цифровая трансформация: эффекты и риски / П.Б. Рудник, Т.С. Зинина ; под ред. И.Р. Агамирзяна, Л.М. Гохберга, Т.С. Зининой, П.Б. Рудника // Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : ИСИЭЗ ВШЭ, 2024. – С. 156.
2. Краковская, И.Н. Об оценке цифровой зрелости, готовности и рисков цифровой трансформации предприятий / И.Н. Краковская // Сборник трудов зарегистрирован в базе Российского индекса научного цитирования. – 2023. – С. 302.
3. Digital Maturity. Digital Leadership Ltd [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://digitalmaturity.org>.
4. Digital Maturity Assessment. BDC [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bdc.ca/en/articles-tools/entrepreneur-toolkit/business-assessments/digital-maturity>.
5. Digital Maturity benchmark. Google and BCG [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://digitalmaturitybenchmark.withgoogle.com/en/advertisers>.
6. Боровков, А.И. Цифровое производство / А.И. Боровков, 2017. – С. 47.
7. Слесаренко, Г.В. Необходимость внедрения цифровых паспортов промышленных предприятий / Г.В. Слесаренко // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. – 2023. – Т. 33. – № 1. – С. 75–80.
8. Industrial Internet Reference Architecture Version 1.10, Industry IoT Consortium, 2022. – P. 12.
9. Reference Architecture Model Industrie 4.0, Platform Industrie 4.0 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/DE/Home/home.html>.

**References**

1. Rudnik, P.B. Tsifrovaya transformatsiya: efekty i riski / P.B. Rudnik, T.S. Zinina ; pod red. I.R. Agamirzyana, L.M. Gokhberga, T.S. Zininoi, P.B. Rudnika // Nats. issled. un-t «Vysshaya shkola ekonomiki». – M. : ISIEZ VSHE, 2024. – S. 156.
2. Krakovskaya, I.N. Ob otsenke tsifrovoy zrelosti, gotovnosti i riskov tsifrovoy transformatsii predpriyatii / I.N. Krakovskaya // Sbornik trudov zaregistririvan v baze Rossiyskogo indeksa nauchnogo tsitirovaniya. – 2023. – S. 302.
3. Digital Maturity. Digital Leadership Ltd [Electronic resource]. – Access mode : <https://digitalmaturity.org>.
4. Digital Maturity Assessment. BDC [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.bdc.ca/en/articles-tools/entrepreneur-toolkit/business-assessments/digital-maturity>.
5. Digital Maturity benchmark. Google and BCG [Electronic resource]. – Access mode : <https://digitalmaturitybenchmark.withgoogle.com/en/advertisers>.
6. Borovkov, A.I. Tsifrovoye proizvodstvo / A.I. Borovkov, 2017. – S. 47.
7. Slesarenko, G.V. Neobkhodimost' vnedreniya tsifrovyykh pasportov promyshlennykh predpriyatii / G.V. Slesarenko // Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Ekonomika i pravo. – 2023. – T. 33. – № 1. – S. 75–80.

---

© И.А. Гирин, Е.Н. Лобачева, Д.А. Скворцова, 2025

УДК 006.44

А.Г. ИОНОВ, А.В. ЮДИН

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

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УРОВНЯ АДАПТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

*Ключевые слова:* адаптивность производства; конкурентоспособность; оптимизация затрат; показатели адаптивности; производственные процессы; производственные риски; система менеджмента качества; управление качеством; устойчивое развитие.

*Аннотация.* Цель исследования заключается в поиске и анализе методики оценки уровня адаптивности производства, опирающейся на систему показателей оценки функционирования производственных процессов. Выдвинута гипотеза о том, что оценка и последующее повышение уровня адаптивности производства способствуют улучшению качества выпускаемой продукции и снижению затрат. Для подтверждения гипотезы применялись теоретические и статистические методы. В работе представлена предлагаемая авторами классификация показателей адаптивности, сами показатели адаптивности и алгоритмы их расчета, а также критерии оценки и порядок отчетности. Достигнутые результаты показали, что применение данной методики позволяет организациям объективно анализировать эффективность своей деятельности, выявлять основные проблемы и принимать обоснованные управленческие решения для повышения результативности системы менеджмента качества.

### Введение

Методика оценки уровня адаптивности производства представляет собой всеобъемлющий подход к анализу и улучшению производственных процессов, учитывая специфику различных организаций и отраслей. Основное назначение методики – определить эффективность производственной деятельности, выявить проблемные зоны и предоставить основы для повышения оперативности и адаптивности

на всех этапах создания продукции (от проектирования до технического обслуживания). В условиях, когда требования к качеству и надежности продукции постоянно растут, а конкуренция ужесточается, способность быстро реагировать на изменения становится ключевым преимуществом для любой производственной организации. Эта методика предназначена для организаций, осуществляющих научно-исследовательские, проектные и производственные работы, включая все стадии выпуска продукции. Важнейшими задачами методики являются сбор, обработка и анализ данных по установленным показателям, а также реализация мероприятий для повышения результативности системы менеджмента качества (СМК). При помощи применения данной методики можно не только повысить уровень соответствия стандартам и снизить производственные риски, но и значительно оптимизировать затраты, способствуя устойчивому развитию и эффективности организации в долгосрочной перспективе. Рассмотрим подробно методический подход к созданию системы оценки уровня адаптивности производства [1], включая номенклатуру показателей, методы их расчета, критерии оценки, порядок отчетности, анализа и использования результатов оценки.

Оценка адаптивности производств осуществляется в целях повышения оперативности и объективности анализа деятельности организации по обеспечению выпуска качественной продукции, разработки и реализации мероприятий по повышению эффективности производственных процессов, оптимизации сроков и стоимости создания, производства, испытаний, технического обслуживания и ремонта при эксплуатации продукции, в т.ч. за счет снижения затрат вследствие несоответствий результативности СМК и ее процессов. Результаты оценки адаптивности производства являются одним из инструментов выявления основных проблем при осуществлении дея-

№ п/п	Наименование	Формула расчета	Весовой коэффициент ( $\beta$ )	Универсальный коэффициент (К)
П <sub>1</sub>	Показатель безотказности	Определяется количеством отказов изделий при эксплуатации	$\beta_1 = 10$	$K_1 = 0$ при $\Pi_1 > 0$ ; $K_1 = 1$ при $\Pi_1 = 0$
П <sub>2</sub>	Показатель выполнения требований по обеспечению надежности	$\Pi_2 = I_{\text{ТОН}}^t$	$\beta_2 = 5$	$K_2 = 0$ при $\Pi_2 < 100\%$ $K_2 = 1$ при $\Pi_2 \geq 100\%$
П <sub>3</sub>	Показатель уровня РА и СОН	$\Pi_3 = \frac{N_{\text{РА}} + N_{\text{СОН}}}{N}$	$\beta_3 = 5$	$K_3 = 1 - \Pi_3$
П <sub>4</sub>	Показатель своевременности исследования РА и СОН	$\Pi_4 = \frac{N_3}{N_p}$	$\beta_4 = 3$	$K_4 = \Pi_4$
П <sub>5</sub>	Показатель уровня повторяющихся дефектов	$\Pi_5 = \frac{N_{\text{пд}}}{N_d}$	$\beta_5 = 3$	$K_5 = 1 - \Pi_5$
П <sub>6</sub>	Показатель качества входного контроля	$\Pi_6 = 10 * (\Pi_{6,1} + \Pi_{6,2})$	$\beta_6 = 3$	$K_6 = 1 - \Pi_6$ Если $\Pi_6 > 1$ , то $K_6 = 0$
П <sub>7</sub>	Показатель уровня возвратов продукции ОТК	$\Pi_7 = \frac{N_{\text{ОТК-}}}{N_{\text{ОТК}}}$	$\beta_7 = 3$	$K_7 = 1 - \Pi_7$ Если $\Pi_7 > 1$ , то $K_7 = 0$
П <sub>8</sub>	Показатель качества технической документации разработчика	$\Pi_8 = \frac{N_{\text{ош}}}{N_{\text{ИИ}}}$	$\beta_8 = 3$	$K_8 = 1 - \Pi_8$
П <sub>9</sub>	Показатель уровня отступлений от конструкторской документации	$\Pi_9 = 0,8\Pi_{9,1} + 0,2\Pi_{9,2}$	$\beta_9 = 3$	$K_9 = 1 - \Pi_9$
П <sub>10</sub>	Показатель уровня технологической дисциплины	$\Pi_{10} = \frac{N_{6/н}}{N_{\text{общ}}}$	$\beta_{10} = 3$	$K_{10} = \Pi_{10}$
П <sub>11</sub>	Показатель работы с поставщиками покупных, комплектующих изделий и материалов	$\Pi_{11} = \frac{\sum K_{\text{ипост}}}{N_{\text{пост}}}$	$\beta_{11} = 3$	$K_{11} = \Pi_{11}$
П <sub>12</sub>	Показатель степени реализации и эффективности выполнения плановых мероприятий по обеспечению качества и надежности и мероприятий по результатам проверок	$\Pi_{12} = \left( \frac{N_{\text{п+}}}{N_{\text{п}}} + \frac{N_{\text{зам+}}}{N_{\text{зам}}} \right) / 2$	$\beta_{12} = 3$	$K_{12} = \Pi_{12}$
П <sub>13</sub>	Удельный вес затрат вследствие несоответствий в общих затратах на создание, производство, испытания, эксплуатацию и/или техническое обслуживание и ремонт при эксплуатации продукции	$\Pi_{13} = \frac{З_n}{З_{\text{общ}}}$	$\beta_{13} = 3$	$K_{13} = 1 - \Pi_{13}$

Рис. 1. Матрицы показателей

тельности по обеспечению выпуска качественной продукции при создании, производстве, испытаниях, техническом обслуживании, эксплуатации и/или ремонте при эксплуатации.

Основными решаемыми задачами по обеспечению вышеуказанных целей являются оценка эффективности деятельности организации по установленной номенклатуре показателей, сбор, обработка и хранение информации по установленным измеримым показателям и результатам оценки эффективности деятельности организации в процессе создания, производства, испытаний, технического обслуживания и ремонта при эксплуатации продукции, принятие решений по результатам оценки и разработка управляющих воздействий (мероприятий).

На основании проведенных исследований существующей нормативно-методической базы и опыта ее применения в различных отраслях [2] разработаны предложения, касающиеся состава измеримых показателей качества – обобщенных критериев оценки уровня

адаптивности, опирающихся на систему показателей оценки функционирования производственных процессов.

Показатели оценки адаптивности можно классифицировать по трем группам:

- общие показатели эффективности деятельности организации необходимы для оценки эффективности деятельности организации, включают в себя типовые группы показателей, присущие любой производственной организации;

- прикладные показатели производства необходимы для оценки эффективности производства, зависят от конкретных особенностей производства и устанавливаются индивидуально для каждого производства;

- показатели внешних факторов включают возможные риски внешних факторов для производства, влияющих на общую организацию производства, не всегда прогнозируемые.

В предлагаемый перечень показателей входят такие, как количество отказов изделий при эксплуатации, количество рекламаций (РА)

Таблица 1. Управленческие решения

Критерий	Предлагаемое решение
$0,9 \leq \Pi_{И} \leq 1$	Уровень адаптивности организации в целом эффективен. При наличии отрицательной динамики по отдельным показателям организация должна принять меры по их улучшению
$0,7 \leq \Pi_{И} < 0,9$	Уровень адаптивности организации недостаточно эффективен. Организации необходимо принять меры по устранению причин низких значений показателей по отдельным видам производства
$0 \leq \Pi_{И} < 0,7$	Уровень адаптивности организации неэффективен. Организации необходимо принять меры по устранению причин низких значений показателей эффективности. Рекомендуется проведение внеплановых проверок обеспечения качества, в том числе, с привлечением внешних организаций

и сообщений о неисправности (СОН), обработка рекламаций, сообщений о неисправности, конструктивных (производственных) дефектов, повторяющихся производственных дефектов, выполнение установленных сроков, сдача продукции отделу технического контроля (ОТК) с первого предъявления, количество извещений об изменении технической документации, количество отступлений от требований технической документации, оформленных карточками разрешения, соблюдение технологической дисциплины, количество нарушений (отступлений), выявленных в процессе авторского надзора, уровень автоматизации процессов производства и процессов контроля качества. Другой группой показателей являются такие, как удельный вес производительных затрат в общих затратах на создание, производство, сопровождение в эксплуатации продукции, удельный вес непроизводительных затрат в указанных общих затратах, оценка результативности процессов СМК, оценка общей результативности системы менеджмента качества организации. И третьей группой показателей являются вероятность рисков внешних факторов для производства, влияние внешних рисков на общую организацию производства, остановка производства из-за проявления внешних факторов и т.д.

Кроме самих показателей методикой устанавливаются соответствующие весовые коэффициенты, отражающие степень значимости показателя, и коэффициенты, с помощью которых показатели приводятся к универсальной форме.

Перечень показателей с формулами расчета, применяемыми коэффициентами и указанием по применению для организации представлен в виде матрицы показателей, приведен-

ной в таблице на рис. 1.

Итоговый показатель ( $\Pi_{И}$ ) определяется по непрерывной шкале от 0 до 1 и рассчитывается следующим образом:

$$\Pi_{И} = \frac{\sum_{i=1}^m (K_i \times \beta_i)}{n},$$

где  $K_i$  – универсальный коэффициент  $\Pi_i$ ;  $\beta_i$  – весовой коэффициент  $\Pi_i$ ;  $n$  – сумма весовых коэффициентов;  $m$  – количество показателей.

При расчете  $\Pi_{И}$  могут быть исключения отдельных показателей. При этом значения  $n$  и  $m$  определяются исходя из оставшихся показателей. Организации могут устанавливать целевые и/или базовые значения показателей, например, с учетом области деятельности организации или на основании статистических данных, собранных за какой-то установленный период, и т.п. Достижение целевых (базовых) показателей должно являться для организации текущими целями и включаться в соответствующие плановые документы для каждого производства организации. Критерий принятия решений по результатам оценки также может быть установлен организацией, например, может быть выбран следующий.

При необходимости организация может принимать дополнительные решения, направленные на повышение уровня адаптивности, в том числе осуществлять контроль выполнения мероприятий по улучшению отдельных показателей, принимать административно-управленческие решения.

## Заключение

Методика оценки адаптивности производ-

ства является мощным инструментом для организации и оптимизации производственных процессов в условиях переменчивой внешней среды. Представленная методика позволяет организациям детально анализировать свои показатели, сопоставлять их с установленными критериями и целями, выявлять узкие места, а также выявлять внешние и внутренние факторы, которые могут негативно сказаться на результатах. Используя показатели адаптивности, методика позволяет оперативно принимать меры для корректировки процессов и адаптации к изменяющимся требованиям рынка и заказчиков, что способствует повышению доверия к качеству продукции и снижению затрат вследствие несоответствий. Итоговый интегральный показатель эффективности, являясь

компильцией ключевых показателей деятельности, позволяет объективно оценивать общую адаптивность производства и ее улучшение в динамике. Достижение целей по каждому показателю становится ориентиром для производственных подразделений, что в конечном итоге способствует укреплению конкурентоспособности, повышению операционной гибкости и улучшению репутации компании в сфере управления качеством. Применение данной методики закладывает основу для устойчивого совершенствования производственной деятельности, улучшения управляемости процессов и обеспечивает устойчивую основу для стабильного качества и соответствия продукции ожиданиям потребителей и нормативным стандартам.

### Список литературы

1. Ионов, А.Г. Цифровой двойник для повышения адаптивности и устойчивости производства / А.Г. Ионов, А.В. Юдин // Стандарты и качество. – 2024. – № 5. – С. 66–71.
2. Макеев, А.А. Методы оценки эффективности деятельности организаций ракетно-космической промышленности по обеспечению качества продукции / А.А. Макеев, В.М. Смирнов // Космонавтика и ракетостроение. – 2017. – № 2(95). – С. 156–164.
3. Юдин, А.В. Математическое моделирование поверхности на основе марковских цепей / А.В. Юдин, Р.В. Шамин // Наука и бизнес: пути развития. – 2024. – № 2(152). – С. 38–42.

### References

1. Ionov, A.G. Tsifrovoy dvoynik dlya povysheniya adaptivnosti i ustoychivosti proizvodstva / A.G. Ionov, A.V. Yudin // Standarty i kachestvo. – 2024. – № 5. – S. 66–71.
2. Makeyev, A.A. Metody otsenki effektivnosti deyatelnosti organizatsiy raketno-kosmicheskoy promyshlennosti po obespecheniyu kachestva produktsii / A.A. Makeyev, V.M. Smirnov // Kosmonavtika i raketostroyeniye. – 2017. – № 2(95). – S. 156–164.
3. Yudin, A.V. Matematicheskoye modelirovaniye poverkhnosti na osnove markovskikh tsepey / A.V. Yudin, R.V. Shamin // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2024. – № 2(152). – S. 38–42.

---

© А.Г. Ионов, А.В. Юдин, 2025

УДК 658.56

Т.Р. РАДЖАБОВ, Г.Р. ХАМИДУЛЛИНА, Э.М. ХУСНУТДИНОВА

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет

«Высшая школа экономики», г. Москва;

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ООО «РСК»

*Ключевые слова:* качество; МС ИСО 9000:2015; ООО «РСК»; *Agile*; *Bitrix24*; CRM-система; *Dragon Soft*; *ELMA*.

*Аннотация.* Цель работы – анализ необходимости внедрения IT-технологий для повышения эффективности управления бизнес-процессами и контроля качества в организации, а также предложение решения в виде программного продукта *Dragon Soft*. Для достижения поставленной цели использованы методы анализа бизнес-процессов, включая *CATWOE*, *MOSCOW*, *MOST*-анализ и методы командного мышления. Исследование выявило ключевые проблемы, такие как перегрузка руководства, неэффективное управление процессами и отсутствие прозрачности, что ведет к снижению качества и задержкам в выполнении задач.

Результаты работы показали, что внедрение *Dragon Soft* позволит автоматизировать процессы, улучшить мониторинг задач в реальном времени и повысить производительность. Ожидаемое сокращение времени на выполнение операций, снижение нагрузки на руководство и улучшение качества принятия решений создадут дополнительные конкурентные преимущества для компании.

Работа направлена на улучшение внутренней структуры управления, повышение качества обслуживания и оперативности выполнения задач. Выводы исследования свидетельствуют о том, что интеграция IT-решений, таких как *Dragon Soft*, станет ключевым шагом к устойчивому росту и повышению конкурентоспособности ООО «РСК», обеспечивая более эффективное управление и контроль за бизнес-процессами.

### Актуальность

Работа представляет анализ существующих методов, используемых в управлении процессами, а также исследует различные программные решения для их автоматизации [1]. На основании сравнительного анализа выделены преимущества *Dragon Soft* по сравнению с аналогами, такими как *Bitrix24*, *ELMA* и т.д. [2]. Введение данного решения может существенно сократить временные затраты, улучшить контроль и повысить прозрачность процессов, что подтверждается опытом других предприятий, внедривших схожие системы [3].

Цифровизация бизнес-процессов в современном мире изменяет подходы к управлению и организации, повышая эффективность операций и позволяя компаниям адаптироваться к рыночным условиям. Одним из основных инструментов автоматизации является CRM-платформа, которая повышает эффективное управление качеством продукции и услуг. В данной статье рассматривается роль цифровизации в управлении качеством организационных процессов.

Основным показателем конкурентоспособности продукта является качество, которое определяет успех компании на рынке среди своих конкурентов. Согласно определению ИСО 9000:2015, качество является совокупностью собственных характеристик, выполняет некие требования. Покупатели выбирают товары, соответствующие их ожиданиям, тем самым формируя критерии качества [4]. Данные критерии определяют стандарты продукции, которые должны соответствовать ожиданиям

потребителей. Качество в бизнес-процессах означает соответствие внутренним и внешним требованиям, что включает надежность, функциональность и стандартизацию, способствуя стабильным результатам.

Одним из основных решений в автоматизации бизнес-процессов стала внедренная CRM-система, которая помогает в реализации функций контроля, анализа и оптимизации. Данное решение минимизирует риск ошибок и повышает точность и прозрачность управления, что в конечном итоге способствует повышению качества и конкурентоспособности компании [5]. Цифровизация дает возможность сильно оптимизировать внутренние процессы, выявлять проблемные места в процессах, распределять ресурсы и минимизировать ошибки в производстве.

В рамках цифровизации бизнес-процессов нужно определиться с технологиями для эффективного внедрения в разные отрасли, что является важным, особенно для сетевых организаций [6]. Примером успешного внедрения инновационных решений является ООО «РСК», чья деятельность напрямую связана с управлением ресурсами в городской инфраструктуре, что требует высокого уровня контроля и автоматизации процессов.

ООО «РСК» является сетевой компанией, обеспечивающей городскими ресурсами жителей и предприятия Казани. Организация осуществляет сбор, очистку и распределение воды, а также транспортировку тепловой энергии, которая является важной составляющей городской инфраструктуры. Деятельность компании направлена на стабильное обеспечение тепловой энергией жилых комплексов.

Основными задачами компании являются следующие пункты.

1. Расширение системы централизованного энергоснабжения – увеличение зоны охвата и эффективности тепловой сети.

2. Прозрачность ООО «РСК» уделяет особое внимание прозрачным каналам связи с клиентами и открытому биллингу, что повышает доверие и удовлетворенность потребителей услуг.

3. Использование новейших технологий и инноваций: компания активно внедряет инновационные решения, такие как интеллектуальные системы отопления и передовые технологии мониторинга. Это позволило повысить

эффективность работы за счет снижения потерь и быстрого выявления проблем [7].

### **Экономические показатели ООО «РСК» в 2020–2023 гг.**

Анализ финансовых показателей ООО «РСК» за 2020–2023 гг. показывает положительную динамику. В 2023 г. компания является прибыльной, что значительно улучшает ситуацию в сравнении с 2020 г., когда компания показала плохие результаты. Приведены следующие ключевые данные:

– увеличение оборота в период с 2020 по 2023 гг. с положительной рентабельностью;

– снижение себестоимости продаж в 2023 г., что напрямую повлияло на увеличение чистой прибыли на 740 тысяч;

– увеличение производительности труда, несмотря на незначительное сокращение численности сотрудников, что свидетельствует о повышении эффективности.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод о том, что 2023 г. стал наиболее успешным для компании за исследуемый период, так как ООО «РСК» демонстрирует устойчивое развитие и хорошие экономические результаты, создавая благоприятные условия для дальнейших инвестиций в цифровизацию управления качеством и оптимизацию бизнес-процессов.

### **Анализ бизнес-процессов и разделение задач**

ООО «РСК» выполняет значительный объем работ в области управления жилой недвижимостью, содержания и эксплуатации квартирного фонда. Бизнес-процессы компании можно разделить на ключевые процессы, вспомогательные процессы и административные процессы.

Рассматривая вспомогательные бизнес-процессы, которые обеспечивают беспереывное функционирование основных процессов, можно выделить следующее:

– управление ресурсами – управление финансами и бухгалтерией, управление инфраструктурой;

– административные процессы – выполнение всех внутренних координационных и вспомогательных задач.

Управленческие процессы компании направлены на стратегическое и финансовое управление, маркетинг и управление персоналом, что способствует комплексной координации всех направлений деятельности.

### **Проблемы в организации бизнес-процессов и перегрузка директоров**

ООО «РСК» сталкивается с проблемами в области распределения работы. Генеральный директор перегружен большинством ключевых функций, таких как финансовое планирование, организация закупок и продаж, поиск поставщиков и клиентов. Такая концентрация задач на одном человеке приводит к перегрузке и снижает общую эффективность.

Рекомендуется перераспределить обязанности между руководством и оперативным персоналом. Например, заместитель директора может взять на себя часть функций, освободив генерального директора от необходимости принимать стратегические решения [8].

### **Организация информационных потоков и взаимодействия**

Эффективная организация денежных и информационных потоков – ключевой элемент поддержания слаженной работы. В ООО «РСК» информационные потоки четко распределены между владельцами недвижимости, управляющими компаниями, подрядчиками и регулирующими органами, что сводит к минимуму задержки и способствует своевременному выполнению всех задач. Это способствует тому, что операции выполняются вовремя.

Исследование процессов контроля качества бизнес-процессов в обществе с ограниченной ответственностью ООО «РСК» выявило основные методы и инструменты, которые могут быть использованы для улучшения управления бизнес-процессами.

### **Методы анализа управления бизнес-процессами**

При исследовании бизнес-процессов и оптимизации их в ООО «РСК» используются следующие методы.

1. *SATWOE*: метод анализирует мнения всех заинтересованных сторон и позволяет учитывать потребности различных групп, включая

клиентов и сотрудников. Такой подход помогает учитывать внешние и внутренние факторы, влияющие на систему, и прогнозировать последствия изменений.

2. *MOSCOW*: данный метод приоритизирует требования, позволяя компании сосредоточиться на наиболее критичных аспектах. Важно разделять задачи на категории «Должен», «Может» и «Не может», что помогает минимизировать отвлечение на второстепенные задачи.

3. *MOST*-анализ: использование *MOST*-анализа позволяет компании определить свои стратегические цели и выработать тактики для их достижения, обеспечивая фокус на миссии и долгосрочном планировании.

4. Шесть шляп мышления: данный метод командной работы помогает рассмотреть проблему с разных сторон. Разделение на логические, эмоциональные и креативные подходы помогает комплексно подойти к решению вопросов контроля качества и улучшению взаимодействия внутри команды.

5. Пять «почему»: метод фокусируется на поиске первопричины проблем и позволяет глубже понять суть возникающих сложностей. Такой подход эффективен для устранения причинно-следственных связей в проблемах бизнес-процессов.

6. Анализ нефункциональных требований: метод используется при внедрении новых технологических решений и позволяет компании убедиться, что новые системы отвечают специфическим требованиям, повышая тем самым их полезность и применимость [9].

### **Основные проблемы в процессе контроля качества**

Анализ показал, что ООО «РСК» сталкивается с рядом системных проблем.

1. Неэффективное управление бизнес-процессами. Отсутствие цифровизации приводит к рискам человеческих ошибок, что негативно влияет на производительность. Применение традиционных методов управления не позволяет оперативно адаптироваться к изменениям.

2. Отсутствие прозрачности и контроля. Руководству компании сложно контролировать выполнение задач и оперативно реагировать на сбои в процессах. Это затрудняет принятие своевременных управленческих решений, не-



обходимых для поддержания стабильного качества услуг.

3. Задержки в выполнении задач. Из-за неоптимального распределения обязанностей и нехватки автоматизированного контроля часто возникают задержки. Это снижает качество услуг и влияет на уровень удовлетворенности клиентов.

4. Трудоемкие совещания и собрания. Постоянные собрания, организуемые для обсуждения текущих дел, требуют значительных временных затрат и часто оказываются малоэффективными, отнимая ресурсы у основных задач.

Для решения обозначенных проблем компании важно внедрить современные IT-решения, обеспечивающие автоматизацию, прозрачность и контроль бизнес-процессов. Цифровизация и информационные технологии становятся ключевыми инструментами для повышения эффективности и конкурентоспособности.

### **Оценка экономической эффективности реализуемого направления**

Оценка внедрения *Dragon Soft* выявила значительные преимущества для ООО «РСК» как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. Программное обеспечение сократит время выполнения задач, повысит производительность сотрудников, снизит нагрузку на руководство и улучшит качество решений.

Анализ показателей за 2023 г. подтвердил положительную динамику компании и необходимость дальнейшей цифровизации. Внедрение *Dragon Soft* повысит конкурентоспособность, эффективность управления процессами и результативность работы персонала.

Кроме того, предложенная организационная структура с четкими зонами ответственности минимизирует переработки и усилит контроль над задачами. Интеграция *Dragon Soft* станет стратегически важным шагом для устойчивого роста и повышения конкурентоспособности компании.

### **Оценка экономической эффективности внедрения IT-технологий в процесс контроля качества бизнес-процессов**

Оценка экономической эффективности

внедрения IT-решений, таких как *Dragon Soft*, помогает определить их влияние на доходы и расходы компании. Это программное обеспечение автоматизирует процессы, снижает вероятность ошибок, ускоряет выполнение задач и повышает прозрачность.

*Dragon Soft* особенно полезен для улучшения контроля качества, который в ООО «РСК» пока реализуется недостаточно эффективно. Интеграция этого решения устранил узкие места в бизнес-процессах и повысит общую эффективность компании.

Основные преимущества *Dragon Soft* для организации следующие.

1. Оперативный мониторинг. Руководитель получает доступ к актуальной информации о задачах и процессах, что позволяет быстро устранять проблемы до их критического развития.

2. Снижение времени на управление. Актуальные данные доступны без необходимости частых совещаний, что повышает производительность сотрудников и руководителей.

3. Адаптация сотрудников. Ускоряется процесс интеграции новых сотрудников благодаря структурированным данным в системе.

4. Автоматизация управления. Рутинные задачи автоматизируются, освобождая время руководства для стратегической работы.

5. Улучшение контроля качества. Повышается эффективность мониторинга процессов и их качества.

Этапы внедрения *Dragon Soft* следующие.

1. Сбор данных и анализ процессов.

2. Устранение слабых мест и модернизация процессов.

3. Регулярный анализ и уведомления о возможных проблемах.

Дополнительные характеристики следующие.

1. Автоматизация и интеграция: сбор данных и связь с системами, такими как «Битрикс24», минимизируют трудозатраты.

2. Искусственный интеллект: анализирует процессы, выявляет проблемы и предлагает решения [10].

3. Непрерывный контроль: постоянный анализ и уведомления позволяют предотвращать критические сбои.

Внедрение *Dragon Soft* обеспечивает рост эффективности работы компании на 41 %, увеличение прибыли – на 29 % и снижение возврата клиентов – на 10 %, что зна-

чительно улучшает финансовые результаты ООО «РСК».

### Заключение

Проведенное исследование показало, что для повышения эффективности управления бизнес-процессами ООО «РСК» важно внедрение ИТ-решений. На основе анализа ключевых проблем компании предложено использовать программный продукт *Dragon Soft*, который обеспечивает автоматизацию процессов, оперативный контроль и улучшение прозрачности на всех уровнях управления. Данный подход позволяет снизить нагрузку на руководство, оптимизировать процесс

принятия решений и ускорить рабочие процедуры.

Преимущества *Dragon Soft*, подтвержденные сравнительным анализом, включают интеграцию с CRM-системами, поддержку ИИ и легкость настройки, что делает его оптимальным для нужд ООО «РСК». Внедрение данного продукта не только способствует экономии ресурсов, но и повышает конкурентоспособность, снижая операционные затраты и улучшая внутреннюю координацию, что особенно важно в условиях цифровой трансформации. Таким образом, предложенные рекомендации представляют стратегически важный шаг, обеспечивающий долгосрочные преимущества для компании.

### Список литературы

1. Егорова, Т.И. Современные подходы к контролю качества в бизнесе / Т.И. Егорова. – СПб : Экономика и управление, 2022.
2. Богданов, Д.С. Программные продукты для автоматизации бизнес-процессов / Д.С. Богданов // Технологии и бизнес. – 2021. – № 2. – С. 76–83.
3. Смирнов, И.В. Сравнительный анализ ИТ-решений для управления бизнесом / И.В. Смирнов // Бизнес и цифровые технологии. – 2021. – № 5. – С. 30–35.
4. Колесников, А.И. Использование CRM-систем для повышения качества управления / А.И. Колесников. – М. : Бизнес-литература, 2019.
5. Дроздов, А.А. Информационные системы и их роль в управлении качеством / А.А. Дроздов, В.В. Коваленко. – М. : Прогресс, 2020.
6. Иванов, И.А. ИТ и бизнес-процессы: современные тенденции / И.А. Иванов // Вестник инновационных технологий. – 2020. – № 4. – С. 55–63.
7. Кириллова, Е.П. Автоматизация управления процессами на примере отечественных компаний / Е.П. Кириллова. – СПб : ИТ-практика, 2021.
8. Смирнова, Н.Н. Эффективное управление процессами и их автоматизация / Н.Н. Смирнова // Международный журнал управления. – 2021. – № 3. – С. 100–108.
9. Разработка программного обеспечения для бизнеса // Журнал «Технологии управления». – 2019. – № 6. – С. 25–29.
10. Чижов, А.В. Внедрение систем искусственного интеллекта в бизнес-среде / А.В. Чижов. – М. : Инновации и развитие, 2022.

### References

1. Yegorova, T.I. Sovremennyye podkhody k kontrolyu kachestva v biznese / T.I. Yegorova. – SPb : Ekonomika i upravleniye, 2022.
2. Bogdanov, D.S. Programmnyye produkty dlya avtomatizatsii biznes-protsessov / D.S. Bogdanov // Tekhnologii i biznes. – 2021. – № 2. – S. 76–83.
3. Smirnov, I.V. Sravnitel'nyy analiz IT-resheniy dlya upravleniya biznesom / I.V. Smirnov // Biznes i tsifrovyye tekhnologii. – 2021. – № 5. – S. 30–35.
4. Kolesnikov, A.I. Ispol'zovaniye CRM-sistem dlya povysheniya kachestva upravleniya / A.I. Kolesnikov. – M. : Biznes-literatura, 2019.
5. Drozdov, A.A. Informatsionnyye sistemy i ikh rol' v upravlenii kachestvom / A.A. Drozdov, V.V. Kovalenko. – M. : Progress, 2020.
6. Ivanov, I.A. IT i biznes-protsessy: sovremennyye tendentsii / I.A. Ivanov // Vestnik

innovatsionnykh tekhnologiy. – 2020. – № 4. – S. 55–63.

7. Kirillova, Ye.P. Avtomatizatsiya upravleniya protsessami na primere otechestvennykh kompaniy / Ye.P. Kirillova. – SPb : IT-praktika, 2021.

8. Smirnova, N.N. Effektivnoye upravleniye protsessami i ikh avtomatizatsiya / N.N. Smirnova // Mezhdunarodnyy zhurnal upravleniya. – 2021. – № 3. – S. 100–108.

9. Razrabotka programmogo obespecheniya dlya biznesa // Zhurnal «Tekhnologii upravleniya». – 2019. – № 6. – S. 25–29.

10. Chizhov, A.V. Vnedreniye sistem iskusstvennogo intellekta v biznes-srede / A.V. Chizhov. – M. : Innovatsii i razvitiye, 2022.

---

© Т.Р. Раджабов, Г.Р. Хамидуллина, Э.М. Хуснутдинова, 2025

УДК 658 (571.61)

Н.В. КИРЬЯКОВ, Н.П. КУЗЬМИЧ

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет», г. Благовещенск

## СПЕЦИФИКА ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬНУЮ СФЕРУ

*Ключевые слова:* здания и сооружения; инженер; инновационное развитие; инновационные технологии; моделирование; проектирование; производственные рабочие; строительная сфера; цифровые технологии.

*Аннотация.* В статье анализируется распространение инновационных технологий в строительной отрасли. Представлены примеры этих технологических решений, многие из которых знакомы в быту, в области развлечений или проектировании, но эти технологии можно применить в строительстве. Гипотеза статьи состоит в том, что инновационные технологии позволят увеличить производительность труда, достичь наибольшей эффективности, а также обеспечить безопасность труда. Цель статьи – исследовать инновационные технологии применительно к строительной сфере деятельности. Результатом исследования является вывод о растущей роли инновационных технологий в строительной сфере и их влияния на качество и эффективность строительных работ. В исследовании использованы методы анализа, сравнения, абстракции.

Вызовы, с которыми сталкивается национальная экономика (распространение COVID-19, ситуация по вытеснению основной конкурентоспособной продукции, производимой в России, с международных рынков) показали, что вопросы национального инновационного развития должны решаться стремительно и в комплексе. Строительная сфера не может оставаться в стороне от этого. Безусловно, отрасль в период пандемии стала принимать эффективные и действительно нужные решения, позволяющие выполнять задачи, связанные с созданием проектов, строительством зданий и сооружений. Строительная сфера впитывает

новые технологические решения, позволяющие ей меняться. При этом доступность финансовых ресурсов и благоприятный инвестиционный климат являются важнейшими условиями для инновационного развития строительной отрасли. Внедрение отечественных инновационных технологий предоставит возможность сократить зависимость строительной сферы от зарубежных поставок, особенно из недружественных стран и обеспечит рост строительства и смежных производств.

На сегодняшний день строительная отрасль притягивает к себе внимание таких инноваций, как:

- проведение измерений с помощью лазерных технологий;
- отслеживание ситуаций с помощью датчиков;
- применение беспилотных летательных аппаратов (дронов) (БЛА);
- использование VR- и AR-технологий;
- применение искусственного интеллекта;
- цифровые программные продукты;
- внедрение 3D-принтеров;
- освоение экзоскелетов;
- развертывание автоматизированных рабочих;
- задействование большого количества роботов и т.д.

Фиксирование результатов измерений с помощью применения лазерных технологий (она же технология *LiDAR*) позволяет с высокой точностью определять дистанции и изготавливать трехмерные изображения, благодаря чему повышается безопасность выполнения работ и дается возможность проведения анализа строящегося объекта недвижимости. Для инженеров в строительстве эта технология позволяет сканировать место строительства, используя датчики *LiDAR'a*, что решает проблему получения информации о рельефе и уклоне мест-

ности. Также использование этой технологии создает благоприятные условия для обновления информации о ходе строительства зданий и сооружений и помогает в создании отчетов с реальным отображением ситуации. Применение носимых датчиков для отслеживания различных ситуаций поможет оперативно проводить мониторинг зданий и сооружений во время их возведения и эксплуатации. Также датчики могут применять и строители, работающие на стройплощадках. С помощью датчиков можно узнавать местоположение производственных рабочих и отслеживать их перемещение, определять температуру тела и т.д. Все это сделает возможным улучшение фактора безопасности и сокращения случайных непредвиденных инцидентов. Создают предпосылки для мониторинга объектов, находящихся в труднодоступных местах, беспилотные летательные аппараты (дроны). Благодаря их внедрению снижаются затраты, повышается эффективность строительных работ, а также обеспечивается точность данных.

Внедрение в строительную сферу уникальных инновационных технологий будет способствовать проведению контроля за конструкциями зданий и сооружений. В случае возникновения потенциальной проблемы можно будет спрогнозировать и предотвратить аварийные ситуации, тем самым обеспечить безопасность строительного объекта и снизить возможные риски [1]. Недавняя известная разработка *VR*- и *AR*-технологий для развлечения людей также нашла свое применение в строительной сфере. Технологии предлагают практически реальное обучение инженеров при проектировании и моделировании строительных объектов. Благодаря технологиям *VR* и *AR* можно обеспечить наглядную демонстрацию наложения информации на какие-либо элементы конструкции проекта строительства. Все это помогает сократить количественные ошибки и улучшить качество выполняемых работ при строительстве зданий и сооружений.

Очень популярное направление в современном мире – это искусственный интеллект (**ИИ**). В данный момент он очень помогает решать различные задачи, которые связаны с большим массивом информации. С помощью нейросетей достигают определенных целей в науке, образовании, программировании и т.д. В строительстве технология искусственного интеллекта упрощает задачи, связанные с планированием и конструированием объектов, сокра-

щает затраты на проведение технологических операций, тем самым их оптимизируя. Данные технологии позволяют моделировать развитие ситуации относительно использования земельных участков. Внедрение специальных ИИ-помощников в строительство помогает в управлении проектом будущего здания и сооружения.

Цифровые программные продукты в строительной сфере сейчас кардинально изменяют отрасль. Применение цифровых технологий на сегодняшний день дает возможность создавать *3D*-модели будущих проектов, использовать их для просмотра с применением *VR*- и *AR*-технологий, усовершенствовать процессы строительства, что позволит оптимизировать работу и, самое основное, уменьшить затраты на производство этих же проектов, только на бумажных носителях [2]. Внедрение *3D*-принтеров в строительную сферу – сейчас очень популярная и новая технология. Благодаря такому принтеру уменьшаются временные затраты на строительство объектов, так как большую часть работы выполняет сам принтер, установленный на движущихся по горизонтали и вертикали рельсах и имеющий автоматическую подачу раствора, из которого производится строительство. Такая технология помогает строить уникальные здания и сооружения, так как с помощью этого принтера можно без проблем сделать идеально-ровные закругленные углы, что с точки зрения архитектуры в настоящее время представляет собой редкий и необычный вид здания со стороны. Внедрение *3D*-печати обеспечивает соблюдение требований ресурсосбережения и экологических стандартов в строительстве.

Освоение экзоскелетных костюмов для производственных рабочих – необычная, но очень простая технология, представляющая собой определенный набор механизмов, газовых упоров и т.д., где основную нагрузку при надетом экзоскелете на человека будет принимать данное оборудование. Использование такого костюма позволит производственным рабочим самостоятельно, без какой-либо помощи переносить тяжелые материалы, бетонные блоки, металл и т.д. без проблем для человека, снижая ему нагрузку на подвижные части тела, так как в основном всю работу будут выполнять механизмы. Еще одним инновационным технологическим решением являются развертывание автоматизированных рабочих и использование большого количества роботов.

В этом плане подразумевается использование не производственного рабочего, а автоматизированного робота под управлением человека, что позволит ему обеспечить свою безопасность при производстве строительных работ, не подвергая себя риску. К таким технологиям на сегодняшний день можно отнести: *HRP-5P*, *TyBot* и т.д. Роботы создают условия для решения различных трудоемких физических задач, что сократит проблемы с нехваткой рабочей силы. Также в строительной сфере может найти применение использование большого количества роботов, так как скоординированная работа роя роботов, выполняющих одну и ту же заданную программу, может без дополнительного напряжения перенести большое количество строительного материала, не применяя какую-либо специальную строительную технику или физический труд человека.

Таким образом, внедрение инноваций в строительную сферу приведет к росту производительности труда, повышению качества работ и экономии затрат. Особенно значимой является взаимосвязь всех технологий, позволяющая

организовать совокупность всех инновационных технологических решений. Используя эти наработки, строительные организации могут преодолевать возникающие проблемы и достичь наибольший эффект как в строительном производстве, так и в области безопасности. Вместе с тем в настоящее время немаловажно устранение сохраняющихся барьеров для внедрения инновационных технологий в строительную отрасль. Следует больше внимания уделять кибербезопасности в строительной сфере. Для этого требуется систематическая подготовка кадров, обладающих компетенциями в сфере цифровых технологий в строительстве [3]. Необходимо развитие законодательства и требований в части внедрения новых стандартов в проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений. Только тогда будут созданы предпосылки для решения задач Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Полагаем, что вышеперечисленные меры будут способствовать распространению инновационных технологий в строительной сфере.

#### Список литературы

1. Агафонова, Г.В. Цифровизация строительной сферы Приморского края / Г.В. Агафонова // Власть и управление на Востоке России. – 2023. – № 2(103). – С. 121–134.
2. Вирцев, М.Ю. Актуальные BIM-инструменты в структуре управления инвестиционно-строительным проектом / М.Ю. Вирцев, Р.Л. Салахов, К.А. Фаткуллин // Экономика строительства и жилищно-коммунального хозяйства. – 2023. – № 1(2). – С. 35–43.
3. Кузьмич, Н.П. Профессиональное техническое образование и рынок труда / Н.П. Кузьмич // Глобальный научный потенциал. – 2023. – № 1(142). – С. 140–142.

#### References

1. Agafonova, G.V. Tsifrovizatsiya stroitel'noy sfery Primorskogo kraya / G.V. Agafonova // Vlast' i upravleniye na Vostoke Rossii. – 2023. – № 2(103). – S. 121–134.
2. Virtsev, M.YU. Aktual'nyye BIM-instrumenty v strukture upravleniya investitsionno-stroitel'nym proyektom / M.YU. Virtsev, R.L. Salakhov, K.A. Fatkullin // Ekonomika stroitel'stva i zhilishchno-kommunal'nogo khozyaystva. – 2023. – № 1(2). – S. 35–43.
3. Kuz'mich, N.P. Professional'noye tekhnicheskoye obrazovaniye i rynek truda / N.P. Kuz'mich // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2023. – № 1(142). – S. 140–142.

© Н.В. Кирьяков, Н.П. Кузьмич, 2025

УДК 005

*А.Н. КУЗЯШЕВ<sup>1</sup>, Э.А. ГУМЕРОВ<sup>2</sup>, Ю.Я. РАХМАТУЛЛИН<sup>3</sup>, Е.И. МЕНЬШИКОВ<sup>3</sup>*<sup>1</sup>*АНО ВО «Российский новый университет»;*<sup>2</sup>*НОЧУ ВО «Московский финансово-промышленный университет «Синергия»;*<sup>3</sup>*АНО ВО «Московский международный университет», г. Москва*

## **ПОДХОДЫ К КЛАССИФИКАЦИИ, ТИПОЛОГИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫМИ (МУНИЦИПАЛЬНЫМИ) УЧРЕЖДЕНИЯМИ И МЕХАНИЗМ ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ**

---

*Ключевые слова:* государственное управление; государственные учреждения; государство; система управления; эффективность.

*Аннотация.* Цели и задачи исследования заключаются в определении систем управления государственными учреждениями и механизма их функционирования. Результаты исследования: в статье представлены результаты анализа систем управления государственными учреждениями и механизма их функционирования. Предложена классификационная модель с типами систем управления в зависимости от структуры, функций и уровня ответственности с помощью конструктивного, абстрактно-логического, монографического и других методов.

---

Специфика организации и осуществления управления государственными (муниципальными) учреждениями в значительной мере зависит от типа организации данной системы. Находясь в условиях относительно жесткой детерминированности правовыми нормами, субъекты управления государственными (муниципальными) учреждениями зачастую организуют свою деятельность по одной из сравнительно немногочисленных моделей, отражающей принципы распределения полномочий и принятия управленческих решений, контроль над ресурсами и возможности оперативного и стратегического воздействия на учреждение, его внутреннюю и внешнюю среду.

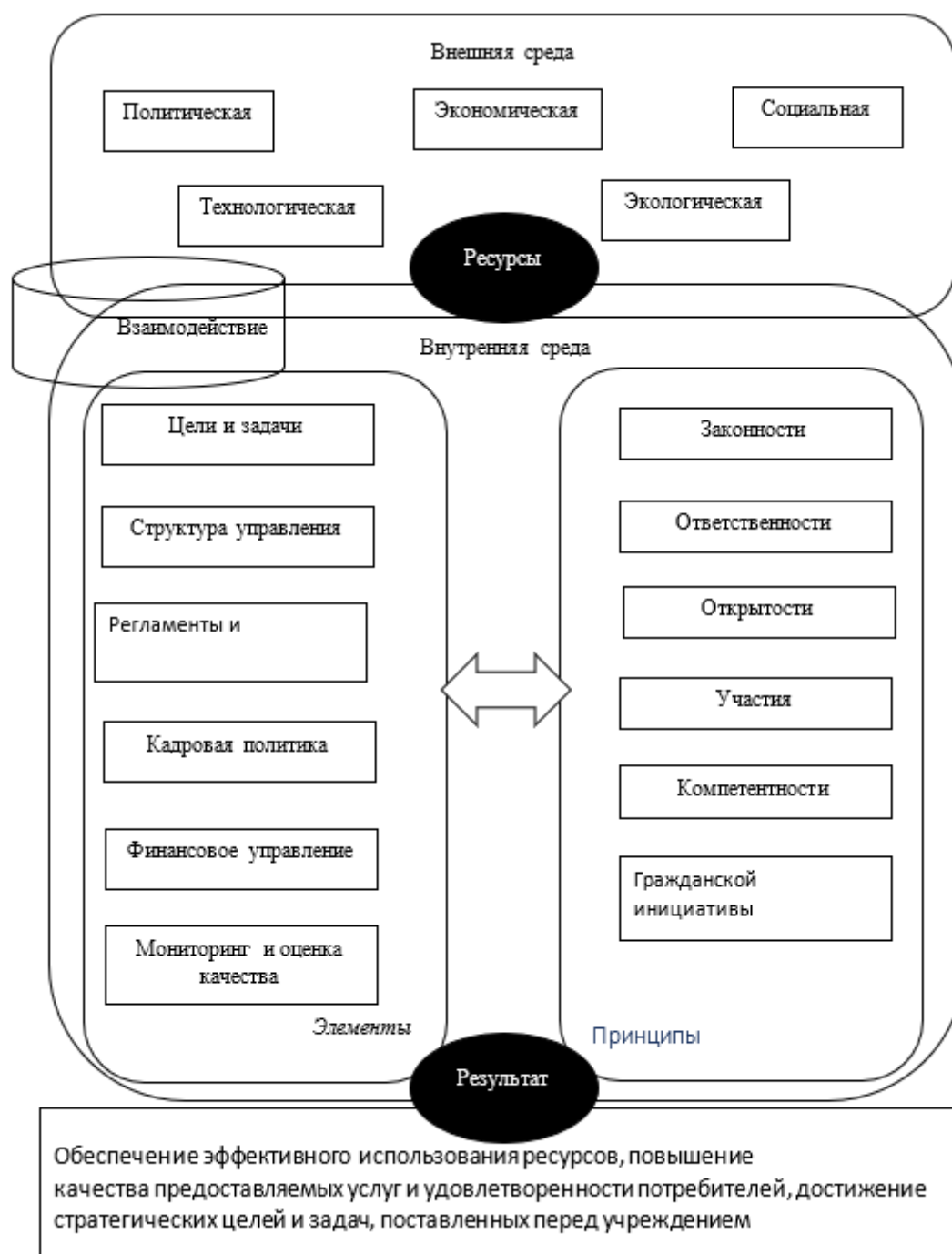
Могут быть представлены некото-

рые основания для классификации систем управления государственными (муниципальными) учреждениями в современной практике [4]. Например, по концентрации (источнику) руководства (властных полномочий) системы управления государственными (муниципальными) учреждениями могут быть классифицированы на централизованные, децентрализованные, комбинированные. По способу принятия решения и стилю руководства системы управления государственными (муниципальными) учреждениями могут быть разделены на бюрократические, демократические, смешанные.

Поскольку отдельно взятая классификация принципиально не может полностью раскрыть специфику основ организации управления в учреждении, уточнение соответствующих особенностей целесообразно проводить на основе не классификации, а типологии.

На основе анализа научной литературы и синтеза представленных в ней подходов [1] можно выделить несколько ключевых моделей управления, характерных для современных государственных и муниципальных учреждений Российской Федерации. Данные модели, прежде всего, различаются как по принципам организации управленческих процессов, так и по степени автономии в фактическом функционировании и практической деятельности учреждений.

Первой моделью выступает централизованная система управления государственными (муниципальными) учреждениями, реализация которой предполагает концентрацию принятия всех решений на высшем уровне. Второй яв-



**Рис. 1.** Организационно-экономическая модель функционирования системы управления государственными (муниципальными) учреждениями (разработано авторами)

ляется децентрализованная модель управления, принципиальная реализация которой позволяет предоставлять учреждениям большую автономию, помогая принимать решения непосредственно на местах. Третья модель (смешанная система управления) объединяет элемен-

ты централизованного и децентрализованного подходов. Четвертая модель – управление на основе проектов – ориентирована на реализацию конкретных задач или программ. Наконец, пятая управленческая модель – управление на основе результатов – акцентирует внимание на



эффективности деятельности учреждения.

Набор выделенных выше моделей иллюстрирует достаточно широкий спектр альтернативных подходов к организации управленческой деятельности, которые могут быть адаптированы в зависимости от целей и задач конкретного государственного (муниципального) учреждения.

Для обеспечения эффективного функционирования системы управления государственными (муниципальными) учреждениями необходимо организовать управленческий процесс, который в типовом виде состоит из нижеследующих ключевых этапов.

Первый этап – формирование управленческой структуры – включает определение должностных обязанностей, функций сотрудников и правил взаимодействия между уровнями управления. На втором этапе соответствующего управленческого процесса осуществляется распределение полномочий его участников, что предполагает четкое разграничение ответственности между различными уровнями управления, а также установление процедур принятия решений и контроля их исполнения. Третий этап формирующей управленческой процедуры – разработка стратегии развития – направлен на определение долгосрочных целей и задач учреждения. Четвертый этап управленческого процесса – организация работы государственного (муниципального) учреждения – охватывает разработку процедур взаимодействия с клиентами, правила документооборота и др. Пятый этап управленческого процесса в государственном (муниципальном) учреждении – контроль и анализ результатов – предполагает регулярную оценку эффективности деятельности учреждения, анализ достигнутых показателей и др.

В целом представляется возможным констатировать, что процесс управления государственными (муниципальными) учреждениями представляет собой сложную систему взаимосвязанных этапов, каждый из которых играет важную роль в достижении целей организации. Как отмечает А.В. Желтенков, механизм управления учреждением – это совокупность организационных, правовых, экономических и информационных инструментов, которые используются для эффективного управления государственным (муниципальным) учреждением [5].

Результативный механизм управления государственными и муниципальными учреждениями, включая образовательные организации, представляет собой сложный и многокомпонентный механизм, в котором взаимодействуют различные элементы, обеспечивающие достижение поставленных целей и задач. Основные компоненты данного механизма включают нормативно-правовое регулирование, организационную структуру, кадровую и финансовую политику, а также систему контроля и надзора.

Представленные элементы находятся в тесной взаимосвязи и взаимодействии, позволяя запустить механизм управления государственным (муниципальным) учреждением и обеспечить его качество и результативность.

В рамках управления государственными и муниципальными учреждениями важным аспектом является учет взаимодействия с внешней средой, которая оказывает значительное влияние на функционирование таких организаций. Элементы механизма управления не существуют в изоляции, а находятся в постоянной взаимосвязи с внешними факторами, формирующими условия их деятельности. К таким факторам относятся политические, технологические, экономические и социальные, экологические и др. [6].

Изложенные аспекты позволяют предложить рамочную организационно-экономическую модель (теоретическую схему) результативного и одновременно качественного функционирования системы управления муниципальными учреждениями, которая в графическом виде представлена на рис. 3.

Опираясь на предложенную модель, может быть проведен комплексный анализ текущего состояния организации и функционирования системы управления современными государственными (муниципальными) учреждениями Российской Федерации, а также осуществлена разработка научно-обоснованных рекомендаций по совершенствованию.

Обобщая вышесказанное, могут быть сделаны следующие выводы.

Современные государственные и муниципальные учреждения выступают сложными открытыми системами, включающими в себя множество взаимосвязанных элементов и процессов. Организационная структура, правовая

база, процедуры и методы управления, система контроля и отчетности, кадровая политика и система мотивации персонала – все эти элементы должны работать в единой системе для обеспечения эффективности и качества работы государственных (муниципальных) учреждений.

Специфика управления государственными (муниципальными) учреждениями в Рос-

сии заключается в том, что реализация управленческой функции осуществляется в рамках жесткого и последовательного императивного регулирования, исходящего от органов публичной власти. В целом для обеспечения эффективности и качества работы государственных (муниципальных) учреждений необходимы согласование и работа всех элементов системы управления в единой системе.

### Список литературы

1. Андросова, Л.Д. Организация исполнения бюджета / Л.Д. Андросова, В.В. Карчевский, Е.Е. Смирнова ; под ред. В.В. Карчевского. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Вузовский учеб.: ИНФРА-М, 2021.
2. Лахметкина, Н.И. Инвестиционный менеджмент: учеб. пособ. / Н.И. Лахметкина. – М. : КноРус, 2023. – 184 с.
3. Баянова, Л.Н. Оценка инвестиционной привлекательности Республики Башкортостан / Л.Н. Баянова, Ю.Я. Рахматуллин, Ю.Р. Лутфуллин // Наука и бизнес: пути развития. – 2020. – № 4(106). – С. 78–84.
4. Герасимов, Б.Н. Построение систем управления организациями на основе типовых методологических подходов / Б.Н. Герасимов // Менеджмент и бизнес-администрирование. – 2019. – № 3. – С. 121–131.
5. Еремин, С. Актуальные вопросы управления государственной и муниципальной собственностью. Учебное пособие / С. Еремин. – М. : КноРус, 2022.
6. Желтенков, А.В. Самоорганизующаяся система управления: организация и методология создания: Монография / А.В. Желтенков ; М-во образования Рос. Федерации. Гос. ун-т упр. – М. : Изд. центр ГУУ, 2021.
7. Ильичева, Н.Г. Экономический механизм управления учреждениями здравоохранения / Н.Г. Ильичева; Волго-Вят. акад. гос. службы. – Нижний Новгород : Изд-во Волго-Вят. акад. гос. службы, 2022.

### References

1. Androsova, L.D. Organizatsiya ispolneniya byudzheta / L.D. Androsova, V.V. Karchevskiy, Ye.Ye. Smirnova ; pod red. V.V. Karchevskogo. – 2-ye izd., ispr. i dop. – M. : Vuzovskiy учеб.: INFRA-M, 2021.
2. Lakhmetkina, N.I. Investitsionnyy menedzhment: учеб. posob. / N.I. Lakhmetkina. – M. : KnoRus, 2023. – 184 s.
3. Bayanova, L.N. Otsenka investitsionnoy privlekatel'nosti Respubliki Bashkortostan / L.N. Bayanova, YU.YA. Rakhmatullin, YU.R. Lutfullin // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2020. – № 4(106). – S. 78–84.
4. Gerasimov, B.N. Postroyeniye sistem upravleniya organizatsiyami na osnove tipovykh metodologicheskikh podkhodov / B.N. Gerasimov // Menedzhment i biznes-administrirovaniye. – 2019. – № 3. – S. 121–131.
5. Yeremin, S. Aktual'nyye voprosy upravleniya gosudarstvennoy i munitsipal'noy sobstvennost'yu. Uchebnoye posobiye / S. Yeremin. – M. : KnoRus, 2022.
6. Zheltenkov, A.V. Samoorganizuyushchayasya sistema upravleniya: organizatsiya i metodologiya

sozdaniya: Monografiya / A.V. Zheltenkov ; M-vo obrazovaniya Ros. Federatsii. Gos. un-t upr. – M. : Izd. tsentr GUU, 2021.

7. Il'icheva, N.G. Ekonomicheskiy mekhanizm upravleniya uchrezhdeniyami zdravookhraneniya / N.G. Il'icheva; Volgo-Vyat. akad. gos. sluzhby. – Nizhniy Novgorod : Izd-vo Volgo-Vyat. akad. gos. sluzhby, 2022.

---

© А.Н. Кузяшев, Э.А. Гумеров, Ю.Я. Рахматуллин, Е.И. Меньшиков, 2025

УДК 502.13

С.В. РЕВУНОВ

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова –  
филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», г. Новочеркасск

## АНАЛИЗ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА МУНИЦИПАЛЬНОМ УРОВНЕ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА НОВОЧЕРКАССКА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

*Ключевые слова:* муниципалитет; охрана атмосферного воздуха; охрана водных объектов; охрана окружающей среды; природоохранные программы; устойчивое региональное развитие; экология города.

*Аннотация.* Целью исследования является анализ социально-эколого-экономических аспектов реализации природоохранных мероприятий на муниципальном уровне. Рабочая гипотеза: формирование и реализация приоритетных муниципальных программ по созданию экологически безопасной среды обитания позволит эффективнее достигать целей устойчивого развития на региональном уровне. Научная новизна заключается в уточнении основных направлений, целей и перспектив реализации муниципальной политики города Новочеркаска в области охраны окружающей среды. При написании исследования были решены следующие задачи: верифицированы приоритетные источники техногенно-антропогенного воздействия на экосистемы Новочеркаска, проанализированы программно-целевые инструменты повышения уровня экологической безопасности на муниципальном уровне, выявлены основные риски, связанные с реализацией природоохранных мероприятий. Методологическая база: анализ, синтез, сравнение, обобщение. Результаты: Новочеркасск является крупным промышленным центром Юга России, и, как следствие, атмосфера города подвержена повышенным рискам загрязнения. Основными приоритетами муниципальной природоохранной политики являются снижение негативного воздействия на атмосферу города, сохранение биологического разнообразия ло-

кальных экосистем и повышение уровня экологической безопасности.

Охрана окружающей среды (ООС) – комплексная задача, включающая элементы согласованного взаимодействия государства, органов власти субъектов Федерации, местного самоуправления, бизнес-структур и представителей общественности. В статье 7 Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ (в редакции от 08.08.2024 г.) [1] прописан перечень полномочий муниципальных органов власти в части формирования городской политики в области охраны окружающей среды. К вопросам обеспечения экологической безопасности муниципального ведения относятся выявление объектов накопленного вреда земельным и водным участкам города, организация комплекса необходимых мероприятий по ликвидации накопленного ущерба на территориях в границах земельных участков, находящихся в ведении муниципальных органов власти.

Ряд исследователей [2; 3] придерживается точки зрения о том, что сбалансированная политика в области ООС, формирующаяся на муниципальном уровне, вносит заметный вклад в устойчивое социально-эколого-экономическое развитие региона. Рассмотрим промежуточные итоги реализации муниципальной программы «Охрана окружающей среды и рациональное природопользование на территории города Новочеркаска» № 2 085 от 25.12.2018. Атмосфера городского округа Новочеркаска, являющегося крупным промышленным центром юга России, испытывает значительный уровень техногенной нагрузки, связанной с превышением

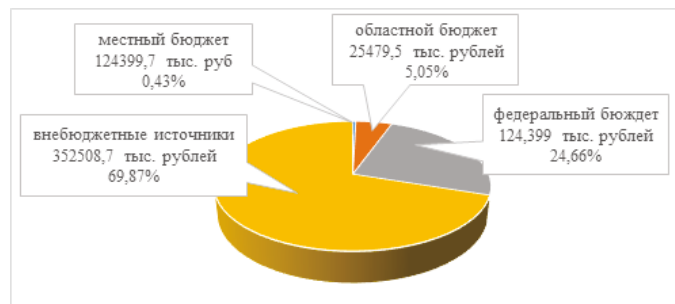


Рис. 1. Объем фактического финансирования муниципальной программы «Охрана окружающей среды и рациональное природопользование на территории города Новочеркасска» в 2023 г.

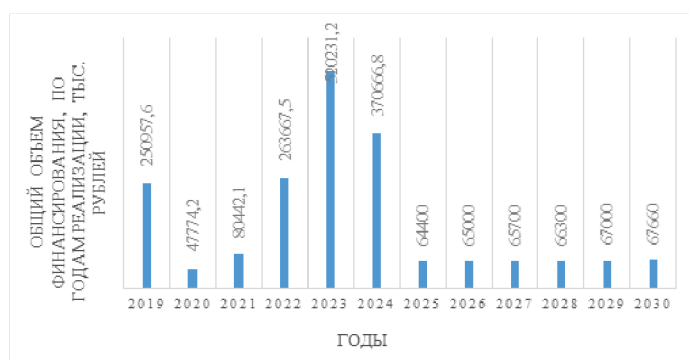


Рис. 2. Общий объем финансирования по годам реализации муниципальной программы «Охрана окружающей среды и рациональное природопользование на территории города Новочеркасска»

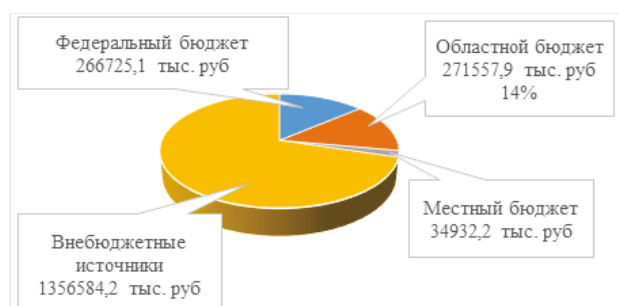


Рис. 3. Ресурсное обеспечение паспорта муниципальной программы «Охрана окружающей среды и рациональное природопользование на территории города Новочеркасска»

предельно допустимых концентраций  $CH_2O$ , взвешенных частиц,  $NO_2$ ,  $NO$ ,  $CO$ , уровень загрязнения воздуха характеризуется как «очень высокий» [4]. Таким образом, приоритетными направлениями муниципальной политики при формировании природоохранной политики являются снижение техногенной нагрузки на экосистемы Новочеркасска, стабилизация зеленого

фонда, улучшение качества операционных систем (ОС) и повышение уровня экологической безопасности. На рис. 1, 2 и 3 проиллюстрирована динамика ресурсного обеспечения муниципальной природоохранной программы города Новочеркасска.

Данные, изложенные на рис. 1, 2, 3, демонстрируют следующее: финансирование приро-

**Таблица 1.** Промежуточные итоги реализации муниципальной программы «Охрана окружающей среды и рациональное природопользование на территории города Новочеркасска» (по состоянию на 2023 г.)

Показатель	Реализованные мероприятия
Атмосферный воздух	В микрорайонах города Новочеркасска Донской и Октябрьский, а также в роще «Красная весна» проведены мероприятия по высадке саженцев липы, кленов, сосен, туй, лиственных и хвойных деревьев. В части работ по озеленению территории города в клумбах высажены кусты роз и однолетних цветов общим количеством 1 600 штук и 60 тысяч соответственно. Компенсационная высадка зеленых насаждений составляет 7 624 растения. В целях благоустройства территорий парков и скверов высажены туи, можжевельник и пихты. Предприятие АО «Трансмашхолдинг» приказом № 74 от 18.05.2022 г. утвердило внутрикорпоративный стандарт «Порядок организации и осуществления производственного экологического контроля в компаниях группы ТМХ», регламентирующий направления внутрикорпоративного экологического аудита в части охраны атмосферного воздуха. Предприятие ОГК-2 (филиал Новочеркасская ГРЭС) в 2019–2020 гг. инвестировало в охрану атмосферного воздуха 202 513 тыс. рублей. Электростанция проводит регулярный контроль количественного и качественного состава выбросов вредных веществ, внедряет малотоксичные горелочные устройства, схемы рециркуляции дымовых газов, увеличивает долю газового топлива в выработке электрической энергии. Предприятие ЭЛ-6 Новочеркасска внедряет в производственный процесс следующие природоохранные мероприятия: эксплуатация стационарного павильона экологического мониторинга, установка пылегазоулавливающих установок, зонтов и крышек укрытий печей графитизации
Водные объекты	В рамках проекта «Вода России» представителями Администрации Новочеркасска совместно с волонтерскими организациями были проведены мероприятия по очистке от мусора участков берега реки Тузов. Новочеркасской ГРЭС выполнены работы по расчистке сбросного и подводящего каналов от захламления, осуществлены мероприятия по расчистке русла подводящего канала от заиления. На предприятии НЭВЗ (группа компаний ТМХ) разработана и внедрена программа производственного экологического контроля, в рамках которой организация проводит лабораторные исследования сбрасываемых сточных вод. Увеличение объемов забора и сброса сточных вод на +7,6 % и +30,6 % соответственно к 2022 г. (базовый – 2020 г.) предопределило внедрение компанией современных методов управления водопользованием, направленных на достижение следующих целей: сокращение потребления ресурсов, внедрение технологий повторно-оборотного водоснабжения, снижение сброса загрязняющих веществ в поверхностные и водные объекты
Обращение с отходами производства и потребления	Количество несанкционированных объектов образования мусора на территории Новочеркасска в 2023 г. составило 1 030 единиц. Были проведены мероприятия по выявлению и ликвидации этих объектов. Для целей обеспечения отдельного сбора и накопления твердых коммунальных отходов на 233 площадках из 388 была произведена установка специальных контейнеров. В рамках реализации целей и задач регионального проекта «Чистая страна» на территории загрязненных земельных участков Новочеркасска была проведена их рекультивация
Экологические образовательные проекты	В сфере популяризации среди обучающихся школ, колледжей и вузов города парадигмы экологически ориентированного природопользования в муниципальных образовательных учреждениях были проведены уроки, лекции и мастер-классы по следующим актуальным темам: рациональное использование природных ресурсов, глобальное изменение климата, отдельный сбор мусора, повышение энерго- и ресурсоэффективности на производстве и в быту, зеленая экономика

доохранной программы осуществляется преимущественно внебюджетными источниками финансирования и ассигнованиями федерального бюджета.

Проанализировав промежуточные итоги реализации муниципальной природоохранной программы в Новочеркасске, следует сформулировать следующие выводы. Приоритетная

техногенная нагрузка на атмосферу Новочеркаска – ненормативные выбросы промышленных предприятий города и предприятий топливно-энергетического комплекса, а также влияние транзитных автотранспортных потоков. Данная проблема может быть решена разработкой комплексной стратегии по переходу городского и общественного транспорта на виды топлива с улучшенными экологическими характеристиками, а также проведению промышленными предприятиями и предприятиями топливно-энергетического комплекса мероприятий, направленных на снижение негативного техногенного воздействия на экосистемы города.

Немаловажным фактором в достижении целей экологической безопасности муниципалитета является разработка финансово-экономических стимулов к рациональному природо-

пользованию для предприятий, расположенных на территории города. Диспропорциональность ресурсного обеспечения муниципальной природоохранной программы в части преимущественно внебюджетных источников финансирования обуславливает дисбаланс в финансировании ряда подпрограмм, связанных с экопросветительской деятельностью. Таким образом, для формирования устойчивой системы финансирования природоохранных программ на муниципальном уровне необходимо совершенствовать следующие механизмы управления природопользованием: провести оптимизацию бюджетного финансирования, сформировать систему экологических банков, предоставляющих льготные инвестиционные кредиты, оптимизировать механизмы привлечения собственных средств предприятий, взятых из фондов экологического страхования.

### Список литературы

1. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «Об охране окружающей среды» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2024) // СПС КонсультантПлюс.
2. Ревунов, С.В. Устойчивое развитие Ростовской области в социо-эколого-экономическом измерении / С.В. Ревунов // Reports Scientific Society. – 2023. – № 4(36). – С. 53–57.
3. Ушаков, А.Е. Баланс экономического роста и сохранения окружающей среды: вклад сельского хозяйства в устойчивое развитие / А.Е. Ушаков, Я.А. Колбасников // Наука и бизнес: пути развития. – 2024. – № 4(154). – С. 174–177.
4. Экологический вестник Дона: О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2023 г. / под. ред. М.В. Фишкина. – Ростов-на-Дону, 2023. – 372 с.

### References

1. Federal'nyy zakon ot 10.01.2002 № 7-FZ (red. ot 08.08.2024) «Ob okhrane okruzhayushchey sredy» (s izm. i dop., vstup. v silu s 01.09.2024) // SPS Konsul'tantPlyus.
2. Revunov, S.V. Ustoychivoye razvitiye Rostovskoy oblasti v sotsio-ekologo-ekonomicheskom izmerenii / S.V. Revunov // Reports Scientific Society. – 2023. – № 4(36). – S. 53–57.
3. Ushakov, A.Ye. Balans ekonomicheskogo rosta i sokhraneniya okruzhayushchey sredy: vklad sel'skogo khozyaystva v ustoychivoye razvitiye / A.Ye. Ushakov, YA.A. Kolbasnikov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2024. – № 4(154). – S. 174–177.
4. Ekologicheskiy vestnik Dona: O sostoyanii okruzhayushchey sredy i prirodnykh resursov Rostovskoy oblasti v 2023 g. / pod. red. M.V. Fishkina. – Rostov-na-Donu, 2023. – 372 s.

---

© С.В. Ревунов, 2025

УДК 338.2; 338.3

Ю.Е. СЕМЕНОВА, Е.Е. ПЕТРОВА, А.Н. ШЕБУКОВА, С.В. ГРИБАНОВСКАЯ  
ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический  
университет», г. Санкт-Петербург

## ИЗМЕНЕНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК СЛЕДСТВИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ БИЗНЕСА

*Ключевые слова:* менеджмент; цифровая трансформация; экосистемные технологии.

*Аннотация.* Для успеха цифровой трансформации бизнеса необходимы менее линейные и более инклюзивные, гибридные модели управления. Целью статьи является рассмотрение данной проблемы с учетом некоторых трендов, формирующихся в современном бизнесе. Гипотеза исследования заключается в предположении о том, что цифровая трансформация бизнеса – это процесс, требующий комплексного подхода, в том числе и принципиально новых управленческих технологий. Основные методы исследования в статье: анализ научной и деловой литературы, методы теории управления и теории организации. По итогам исследования авторами сделаны выводы о том, что цифровая трансформация выходит за пределы привычных границ менеджмента и является не линейной, а чрезвычайно взаимосвязанной с большим количеством процессов, требуя совершенно новых парадигм работы управленцев.

Поскольку цифровая трансформация де-факто является гиперсвязанной реальностью на человеческом, социальном, а также на различных уровнях бизнеса и технологий, линейное управленческое мышление и разрозненные подходы уступают место гибридным, интегрированным, инклюзивным и гибким экосистемным взглядам, выходящим за рамки классической расширенной модели предприятия. На практике это означает, что руководителям необходимо иметь гораздо лучшее понимание и навыки в различных областях,

участвующих в процессах цифровой трансформации. ИТ-директор должен понимать, что такое клиентоориентированность. Генеральный директор должен знать о многих аспектах реинжиниринга бизнес-процессов, кибербезопасности, информационных технологиях и многом другом. Поскольку движущие силы технологических инноваций также определяют направления, в которых движется экономика и развиваются предприятия, необходимо отойти от линейного подхода и обратиться к эластичным и гибридным методам управления. Понимание влияния преобразований во многих областях, вероятно, является одной из главных задач для руководителей. Слишком часто цифровую трансформацию путают с оцифровкой бизнес-процессов и предложением более продвинутых цифровых услуг и точек соприкосновения с более «цифровым» клиентом и в конечном итоге реализации бизнес-цели на практике, часто ориентированной на главного клиента.

Многие исследователи выражают свое недовольство термином «цифровая трансформация», поскольку он слишком много говорит о вездесущности «цифры», с этой узкой точки зрения цифровая трансформация – это как будто «новое». Сама по себе трансформация бизнеса не является чем-то новым, вспомним, например, такой модный еще в начале века реинжиниринг бизнес-процессов. Оставляя пока в стороне дебаты о термине «цифровая трансформация» (этот термин так же хорош или плох, как и любой другой, опять же, проблема в том, что мы часто определяем его слишком ограниченно), важно посмотреть, что именно мы трансформируем, почему и как. Действительно, бизнес использует среди прочего широкий спектр более или менее новых технологий,



ускоренное внедрение и сочетание нескольких из них для достижения новых компетенций, построение новой сети создания стоимости и изменения способов ведения бизнеса. Но что в этом нового? Речь идет не просто о функции, процессе, цифровых технологиях или цифровизации, а о приобретении совершенно новых компетенций, разработке новых бизнес-моделей и радикальном перепроектировании управленческого опыта или бизнеса как такового неизбежно взаимосвязанным образом, когда взаимодействие на всех уровнях (партнеры, технологии, управление финансами и персоналом) имеет решающее значение. Верно, но опять же, что нового?

Когда мы говорим, что к цифровой трансформации необходимо подходить целостно и она может затрагивать бизнес-деятельность, бизнес-процессы, бизнес-модели, бизнес-экосистемы и бизнес-активы, мы, по сути, имеем в виду, что цифровая трансформация может касаться чего угодно и любой комбинации целей. Благодаря этому можно лучше использовать несколько технологий для достижения большего эффекта, разработки различных бизнес-моделей и лучшего ускорения/оптимизации, когда, где, как и для кого/что это важно в нужный момент и с использованием правильных технологий и информации. Действительно, цифровая трансформация во многих смыслах догоняет цифровую и человеческую реальность, которую мы слишком долго игнорировали [2]. Когда говорят, что в цифровой трансформации нет ничего нового, мы одновременно соглашаемся и не соглашаемся. Оптимизация действительно не нова. Основное различие заключается в том, как ускоряется внедрение технологий и в самих причинах, по которым новые технологии принимаются (и развиваются) организациями и потребителями. Это сетка является де-факто децентрализованной, как технология блокчейн, и в некоторой степени в этом даже есть кажущийся хаос. Например, посмотрите, как проекты Интернета вещей радикально меняют способ проектирования сетей и приближают функции обработки и подключения к устройству с помощью периферийных вычислений вместо использования имеющихся у нас традиционных сетевых моделей. Или как растущее внимание ИТ-директоров к бизнесу полностью меняет ИТ-индустрию, где поставщики становят-

ся поставщиками услуг, растет популярность аутсорсинга и меняется вся экосистема. Спрос на гибридные, гибкие и быстрые решения влияет буквально на любую сферу бизнеса и часть бизнес-экосистемы, включая всех партнеров.

Недостаток внимания ко всем этим аспектам и всем ключевым элементам, участвующим в проектах цифровой трансформации, от самых очевидных, о которых мы всегда склонны забывать, до самых инновационных, – вот что приводит к провалу проектов [5]. То же самое касается слишком большого внимания к одной довольно изолированной части процесса оцифровки или даже реорганизации. Оцифровка, реорганизация и оптимизация не являются цифровой трансформацией. Невозможно цифровым образом преобразовать бизнес как организацию. Но это не означает, что цифровой трансформации не существует. Процесс цифровизации начинается с трансформации бизнес-процессов и заканчивается полным реинжинирингом бизнеса с цифровыми технологиями, занимающими центральное место даже в самых важных аспектах, вплоть до самой бизнес-модели, а также увеличения и изменения в том, как цифровые технологии используются для повышения эффективности бизнеса [1]. Ключевой проблемой становится организация текучести и эластичности решений, связанных с экосистемами.

Как мы уже упоминали, это требует целостного подхода. Однако большая проблема заключается в том, что традиционное мышление в области управления бизнесом слишком часто остается очень линейным. Более того, решение о преобразовании по-прежнему часто исходит от конкретных ведомств, живущих в гордой изоляции. И это именно то, чего нужно избегать. Нужны шаги, чтобы изменить ситуацию, но в то же время вам нужно выйти за рамки линейного мышления, поскольку реальность клиентов и бизнеса (экосистемы) вовсе не линейна, она сложна, гибридна и изменчива [4]. Так же как и лежащая в ее основе технологическая, социальная и человеческая эволюция, цифровая трансформация выходит за пределы границ и является не линейной, а чрезвычайно взаимосвязанной с большим количеством процессов, требуя совершенно новых парадигм совместной работы, подключения к сетям ценностей, соединения точек информации, объ-

единения функций и разделений. Это требует от руководителей приобретения навыков, которым они традиционно не обучались в изолированной среде и т.д.

В настоящее время, если вы хотите изменить бизнес-модель, это неизбежно повлечет за собой последствия для бизнес-процессов, деятельности, экосистем, возможностей или активов, каждый раз разных, в зависимости от цели. Поскольку мы сосредоточим внимание на том, как цифровая трансформация фактически происходит на уровне процессов, бизнес-моделей, возможностей, функций и активов, мы также рискуем сузить ее до ограниченного масштаба [3]. Фактически, чтобы понять сегодняшнюю эволюцию бизнеса, более чем

полезно понять движущие силы технологических инноваций, выходящие далеко за рамки очевидного, и посмотреть на силы, формирующие их, и направления, в которых они движутся.

Современному менеджеру необходимо знать о реинжиниринге бизнес-процессов, управлении информацией, информационных технологиях, клиентоориентированности и т.д. Но это не знания эксперта в различных областях (и их многочисленных ответвлениях), а знания руководителя, который способен убедить, что все эти точки взаимосвязаны, а разрозненные и чисто линейные представления отброшены в пользу более связанных, целостных и эластичных.

### Список литературы

1. Бикезина, Т.В. Проблемы окупаемости инвестиций в цифровую трансформацию бизнеса / Т.В. Бикезина, Ю.Е. Семенова, О.В. Воронкова, А.Ю. Панова // Глобальный научный потенциал. – 2024. – № 3(156). – С. 269–273.
2. Семенова, Ю.Е. Проблемы самозанятости населения в современной России / Ю.Е. Семенова // Качество науки – качество жизни : Материалы 11-й научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 12 апреля 2018 года / Российский государственный гидрометеорологический университет; Межрегиональная общественная организация «Фонд развития культуры». – Санкт-Петербург : ИД ТМБпринта, 2018. – С. 75–77.
3. Семенова, Ю.Е. Совершенствование механизма управления затратами предприятия и контроллинга на основе больших данных / Ю.Е. Семенова, О.В. Воронкова, Е.Н. Островская // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 1(127). – С. 146–149.
4. Desfontaines, L. The role of social networks in the political life of society / L. Desfontaines, Y. Semenova // Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2019: Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020 : 33, Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020. – Granada, 2019. – P. 4582–4585. – EDN TVBFIQ.
5. Semenova, YU.Ye. Organization in Conditions of Chaos: How to Make Management Decisions Correctly / YU.Ye. Semenova, Ye.N. Ostrovskaya, S.V. Gribovskaya // Science and Business: Ways of Development. – 2022. – No. 6(132). – P. 139–141.

### References

1. Bikezina, T.V. Problemy okupayemosti investitsiy v tsifrovuyu transformatsiyu biznesa / T.V. Bikezina, YU.Ye. Semenova, O.V. Voronkova, A.YU. Panova // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2024. – № 3(156). – S. 269–273.
2. Semenova, YU.Ye. Problemy samozanyatosti naseleniya v sovremennoy Rossii / YU.Ye. Semenova // Kachestvo nauki – kachestvo zhizni : Materialy 11-y nauchno-prakticheskoy konferentsii, Sankt-Peterburg, 12 aprelya 2018 goda / Rossiyskiy gosudarstvennyy gidrometeorologicheskii universitet; Mezhregional'naya obshchestvennaya organizatsiya «Fond razvitiya

kul'tury». – Sankt-Peterburg : ID TMBprinta, 2018. – S. 75–77.

3. Semenova, YU.Ye. Sovershenstvovaniye mekhanizma upravleniya zatratami predpriyatiya i kontrollinga na osnove bol'shikh dannykh / YU.Ye. Semenova, O.V. Voronkova, Ye.N. Ostrovskaya // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 1(127). – S. 146–149.

---

© Ю.Е. Семенова, Е.Е. Петрова, А.Н. Шебукова, С.В. Грибановская, 2025

УДК 658.51

Е.И. КУНИН

*ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», г. Москва*

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОДСИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И РЕАГИРОВАНИЯ НА ФАКТЫ НЕПРАВОМЕРНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

*Ключевые слова:* алгоритм действий; аудио-визуальные произведения; дистрибуция; защита авторских и смежных прав; информационное обособление; организационное проектирование; подсистема реагирования; управление интеллектуальной собственностью; цифровая трансформация.

*Аннотация.* В настоящее время все большее число коммерческих организаций выбирает в качестве дистрибуции объектов интеллектуальной собственности (ОИС) вариант распространения объектов в сети Интернет. Вне зависимости от выбранной бизнес-модели единым у них будет одно – факт распространения ОИС в информационно-телекоммуникационной сети (ИТКС). Положительные стороны этой модели распространения сопряжены с трудностями, которые формирует перед нами информационное общество, а именно – возможность неправомерного распространения ОИС в сети Интернет. Цель исследования состоит в повышении эффективности системы управления интеллектуальной собственностью организации путем разработки алгоритма действий по устранению нарушения в сети, который учитывает особенности распространения информации в ИТКС, а также специфику коммуникационных сред, которые могут быть использованы для размещения результатов интеллектуальной деятельности. При разработке применялся аналитический метод и метод формализации. Результатом исследования выступает сформированный алгоритм функционирования, который является содержанием подсистемы мониторинга и реагирования на факты неправомер-

ного распространения ОИС в ИТКС.

### Введение

Актуальность темы подтверждается изменениями, которые сопровождают нас в повседневной жизни. Многие аналитические статьи, посвященные теме борьбы с контрафактом, приводят статистику, связанную с количеством носителей информации, которые были обнаружены в рамках проведения проверок. Распространение ОИС на таких материальных носителях, как *DVD/CD/Blue-ray*-диски практически не используется (они остались как элемент коллекционирования и возможностью иметь материальный объект, связанный с любимым произведением) [8]. С появлением высокоскоростного доступа к ИТКС и возможности оперативно загружать и скачивать файлы пользователи стали предпочитать цифровые форматы.

Цифровая дистрибуция (то есть распространение информационных ОИС в ИТКС) обеспечивает мгновенный доступ к производству и удобство потребления контента. И, следовательно, ранее актуальные вопросы выявления контрафактных носителей информации (чаще всего такое распространение было связано с аудиовизуальными произведениями или программами для электронной вычислительной машины (ЭВМ)) больше не представляют научно-практического интереса. Однако не первый год интерес представляют эффективная охрана ОИС и защита их от неправомерного распространения ИТКС, в том числе

в сети Интернет. Тренд наличия большого количества нарушений в сети в целом сохраняется, что подтверждается и отчетом Минцифры: «Нелегальное потребление остается одной из основных проблем для сегмента цифрового контента. С 2022 г. к факторам развития пиратства добавились санкционное давление и уход с российского рынка западных производителей контента» [7].

В 2020 г. было совершено более 130 млрд посещений пиратских сайтов. На долю Соединенных Штатов, России и Китая приходится наибольшее количество посещений таких сайтов в сети Интернет. Аудитория интернета в России, по данным *Mediascope*, в апреле 2022 г. составила 97,5 млн человек или 80 % населения страны. Согласно статистике за январь 2023 г., публикуемой Координационным центром доменов .RU/.РФ, только в домене .RU в среднем за день создается 3 604 новых домена. Роскомнадзор, указывая статистическую информацию, сообщает, что «с 24 февраля 2022 г. Роскомнадзор уже выявил и заблокировал 2 953 видеосервиса с пиратским контентом, где также распространялись экстремистские материалы. Ежесуточная аудитория подобных ресурсов составляла более 16 млн российских интернет-пользователей» [3; 4].

Распространенным вариантом размещения ОИС в ИТКС выступает размещение объекта на странице сайта в сети. Однако в зависимости от функционального предназначения сайты могут отличаться друг от друга. Стоит отметить, что автор статьи не ставит перед собой научную задачу по продуктивной классификации всех видов сайтов в сети Интернет, однако, поскольку часть разработанного алгоритма управления объектами интеллектуальной собственности в сети Интернет (в части устранения факта неправомерного распространения) представляет собой выполнение юридически значимых действий, необходимо уточнить, какие части коммуникационной среды выделяются в Федеральном законе от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (далее – «Закон об информации»).

В зависимости от функционального предназначения (на основе критериев, сформированных в Законе об информации) следует выделить следующие виды сайтов, которые используются для распространения информационных ОИС: социальные сети (ст. 10.6 Феде-

рального закона «Об информации, информационных технологиях и о защите информации») и аудиовизуальные сервисы (ст. 10.5 Федерального закона «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»). Для поиска самих коммуникационных сред (в зависимости от типа и функционального предназначения) используются поисковые системы. Согласно статистическому отчету «*Digital 2024: The Russian Federation*» наиболее популярными поисковыми системами (*search engine*) являются Яндекс (69,8 %) и *Google* (28,1 %).

Таким образом, распространение ОИС в ИТКС де-факто становится основным способом дистрибуции ОИС для объектов авторских и смежных прав, выраженных в визуальной и аудиальной форме существования. Цифровая дистрибуция становится удобнее для правообладателя, ровно как и потребление контента таким образом становится удобнее для пользователя сети (например, подавляющее число современных ноутбуков уже не оснащаются приводом для дисков, при этом приспособлено для высокоскоростной передачи информации). При этом особенности распространения информации в ИТКС (трансграничность и динамичность) способствуют неправомерному распространению ОИС [5]. Пользователю сети не требуется в подавляющем числе случаев обладать глубокими техническими познаниями, чтобы неправомерно скопировать ОИС, что уж говорить о пользователях сети, которые делают это злонамеренно, получая прибыль от функционирования пиратских сайтов в сети. Бизнес, модель работы которого связана с распространением ОИС в коммуникационных средах, стремится не допустить возможность неправомерного копирования, а если такое копирование произошло, то старается минимизировать или полностью прекратить неправомерное распространение ОИС в ИТКС. Для решения этой задачи автор статьи разработал алгоритм действий по устранению нарушения в сети, который учитывает особенности распространения информации в ИТКС, а также специфику коммуникационных сред, которые могут быть использованы для размещения результатов интеллектуальной деятельности.

Для защиты своих информационных ОИС автор предлагает компаниям использовать в деятельности организации алгоритмы, направ-



**Рис. 1.** Реагирование на неправомерно распространяемые информационные ОИС с точки зрения частоты повторения действий (составлено автором)

ленные на выявление и устранение факта неправомерного распространения объектов.

С точки зрения классификации реагирования на нарушение можно выделить следующие типы в зависимости от количества обнаруженных нарушений и необходимости выполнения этого действия на системной основе: точечное реагирование, проектный подход, процессный подход (рис. 1).

Стоит отметить, что организационное проектирование системы мониторинга и реагирования на неправомерно распространяемые ОИС в ИТКС рассматривается в других статьях автора, в рамках этой статьи будут представлены сами алгоритмы, которые могут быть использованы в любом из подходов, перечисленных на рис. 1. Отличие приведенных в классификации типов состоит не в сути действий, выполняемых сотрудником, участвующим в управлении интеллектуальной собственностью (ИС) организации, а в частотности их повторений. Алгоритм действий сотрудника организации, участвующего в управлении ИС, по устранению факта неправомерного распространения информационных ОИС с учетом особенностей распространения информации в ИТКС содержит следующие шаги (рис. 2).

Шаг 1. Сотрудники компании, участвующие в управлении ОИС, определяют перечень объектов, которые следует защищать от неправомерного распространения.

Шаг 2. Уполномоченный сотрудник организации проводит поиск неправомерно распро-

страняемых ОИС. Он формулирует запрос для поиска и выбирает поисковую систему для использования. Поисковая система предоставляет пользователю список сайтов, которые, по ее мнению, наиболее релевантны запросу. Результаты отображаются в виде списка, где каждый элемент содержит краткое описание сайта, заголовков, ссылку и другие технические элементы части коммуникационной среды. Улучшить качество поиска можно с использованием регулярных выражений (формальный язык, основанный на использовании метасимволов). Связано это с тем, что в сети Интернет могут быть использованы ошибочные или искаженные написание наименований ОИС, которые усложняют поиск и обнаружение нарушений. Поиск проводится до момента обнаружения факта неправомерного распространения.

Шаг 3. Если обнаружен факт неправомерного распространения ОИС, то сотруднику требуется установить, в какой части коммуникационной среды он был обнаружен.

Шаг 4. Если ОИС распространяется на странице социальной сети или видеохостинга, требуется найти в части коммуникационной среды форму для направления уведомления о нарушении авторских и смежных прав и заполнить ее, следуя инструкции.

Аналогичные разделы есть у подавляющего большинства социальных сетей и видеохостингов, которые составляют совокупность белой коммуникационной среды.

Шаг 5. Если факт неправомерного распро-

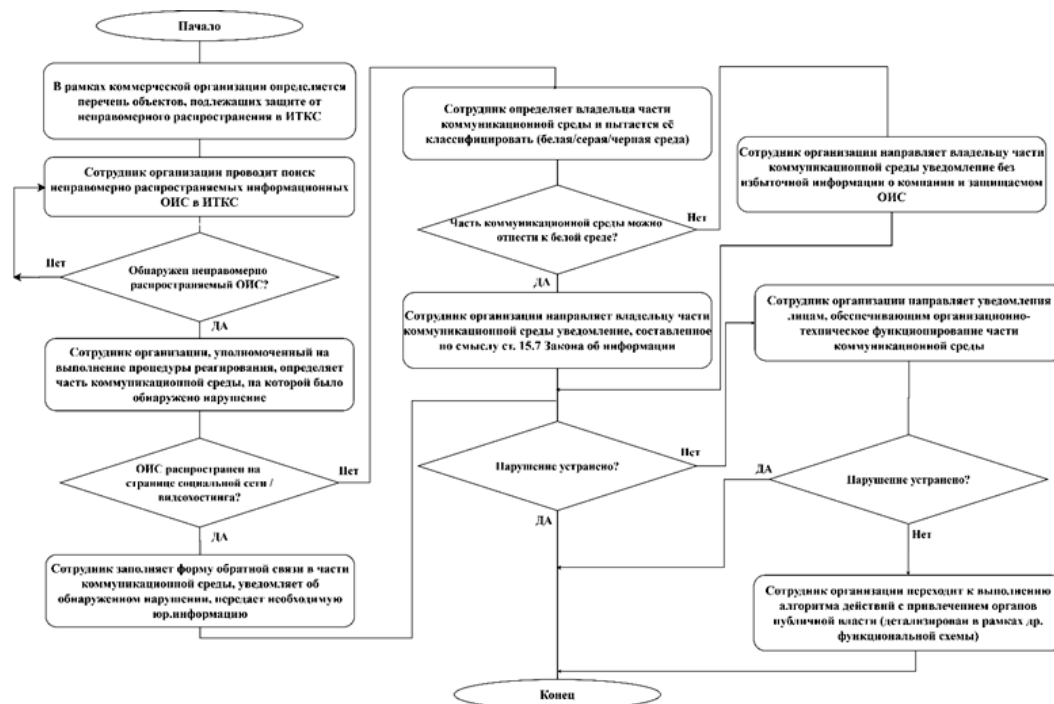


Рис. 2. Функциональная схема алгоритма действий сотрудника организации в части устранения факта неправомерного распространения ОИС в ИТКС (без привлечения органов публичной власти) (составлено автором)

странения установлен на странице сайта в сети Интернет, то сотруднику требуется классифицировать указанную часть коммуникационной среды с точки зрения групп информационных отношений: «белая», «серая» или «черная» часть коммуникационной среды. «Белая» часть коммуникационной среды представлена новостными сайтами, сайтами компаний и др. Размещение ОИС на странице таких сайтов чаще всего не имеет злого умысла. Владелец такого сайта – законопослушное лицо. Для «белых» коммуникационных сред в сети характерны публикация всей юридически значимой и организационной информации о компании, владельце сайта и указание контактов, на которые следует направлять заявления в случае обнаружения нарушений. «Серая» и «черная» часть коммуникационной среды чаще всего представлена сайтами, которые специализируются на размещении пиратского контента. Для сред такого типа характерно сокрытие части важной юридически и организационно значимой информации о своей деятельности.

Шаг 5.1. В случае если сотрудник взаимодействует с белой частью коммуникационной среды, то владельцу среды направляется уве-

домление по смыслу ст. 15.7 Закона об информации.

Шаг 5.2. В случае если сотрудник взаимодействует с серой/черной частью коммуникационной среды, то владельцу среды направляется уведомление по смыслу ст. 15.7 Закона об информации, но нужно стараться избегать предоставления избыточной информации о компании и защищаемом ОИС, чтобы это не было злонамеренно использовано владельцем среды.

Шаг 6. Сотрудник организации ожидает обратную связь от информационных деятелей, указанных в Шагах 4–5.2, по направленному заявлению в течение 24 часов. При необходимости направляет уточнение сведений в случае запроса на это со стороны информационных деятелей, указанных в алгоритме функционирования.

Шаг 7. В случае неполучения ответа или отсутствия устранения факта нарушения от информационных деятелей в течение 24 часов, сотрудник уточняет лиц, которые обеспечивают организационно-техническое функционирование части коммуникационной среды и направляет им аналогичное уведомление на русском и английском языках. В случае если владелец

части коммуникационной среды скрывает информацию о цифровой инфраструктуре за услугами специализированных компаний (см. пример с *Cloudflare, Inc* (Клаудфлэйр, Инк.)), то необходимо направить заявление указанному информационному деятелю с просьбой предоставить необходимую информацию для уведомления владельца части коммуникационной среды и (или) информационных посредников об обнаруженных неправомерно распространяемых информационных ОИС [3; 4].

Шаг 8. В случае получения ответа от информационных деятелей или устранения факта неправомерного распространения ОИС такими способами, как удаление информационного ОИС со стороны владельца сайта (владельца части коммуникационной среды), удаление информационного ОИС со стороны провайдера хостинга, если ОИС был размещен на его вычислительных мощностях, ограничение доступа к информационному ОИС со стороны владельца сайта (владельца части коммуникационной среды) и (или) хостинг-провайдера, если ОИС расположен на его вычислительных мощностях, то следует считать, что нарушение авторских и (или) смежных прав устранено сотрудником коммерческой организации с помощью алгоритма действий в части устранения факта неправомерного распространения ОИС в ИТКС (без привлечения органов публичной власти).

За рамками алгоритма функционирования стоит упомянуть о процедуре, выстроенной с оператором поисковой сети. Примером саморегулирования информационных деятелей в части определения порядка внесудебных мер по прекращению факта неправомерного распространения информационных ОИС является антипиратский меморандум (далее – Меморандум). Информационным деятелем, его предложившим, является компания Яндекс (разработчик одноименной поисковой системы). Меморандум был подписан в 2018 г. между Яндексом (*Mail.Ru Group, Rambler* и *Rutube*) и крупными медиахолдингами (правообладателями произведений): «Интернет-видео», Ассоциация продюсеров кино и телевидения, холдинг «Газпром-медиа», ВГТРК, Первый канал и «Национальная медиа группа», СТС Медиа, Стар Медиа, КиноПоиск и др.

Механизм состоит в том, что правообладатели, ставшие участниками Меморандума, вносят ссылки (доменные имена и символы,

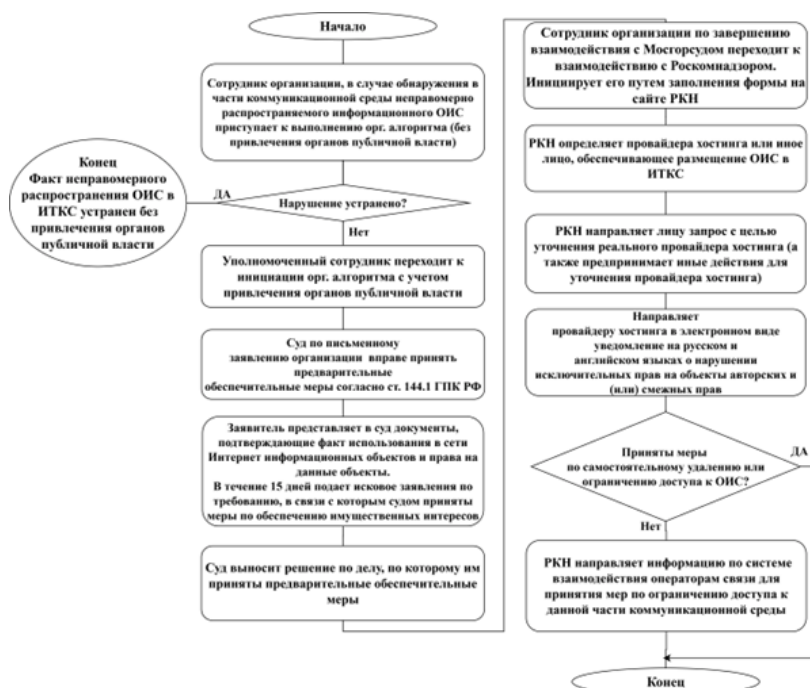
определенные владельцем части коммуникационной среды) страниц сайтов в сети, на которых неправомерно распространяются информационные ОИС, в специализированный реестр нарушений. В течение определенного Меморандумом времени (около нескольких часов) Яндекс удаляет ссылки из результатов поисковой выдачи (т.е. Яндекс модифицирует поисковый алгоритм для исключения или снижения видимости определенных ссылок в результатах поиска).

В настоящий момент существует дополнительный механизм взаимодействия с компанией Яндекс в рамках применения внесудебных мер по прекращению нарушения авторских и смежных прав в ИТКС для всех правообладателей (вне зависимости от того, был ли подписан с ним Меморандум). В случае если сотрудником организации был обнаружен сайт в сети Интернет, на котором неправомерно распространяется информационный ОИС его компании, то ему требуется уведомить об этом Яндекс путем заполнения формы для подачи заявлений. При этом, если нарушение будет удалено или будет ограничен доступ к неправомерно распространяемому информационному ОИС со стороны органа публичной власти, то она (ссылка на часть коммуникационной среды) будет автоматически исключена из результатов поисковой выдачи.

Если устранить нарушение с помощью рассмотренного алгоритма действий не представилось возможным, то уполномоченному сотруднику следует использовать организационный алгоритм действий в части устранения факта неправомерного распространения ОИС в ИТКС с привлечением органов публичной власти (рис. 3).

Шаг 1. Сотрудник организации, уполномоченный на устранение нарушений, обнаруживает неправомерно распространяемый информационный ОИС в части коммуникационной среды. Требуется удостовериться, что рассматриваемый случай распространения информационного ОИС не соответствует установленным нормам для свободного использования произведений в информационных, научных, учебных или культурных целях. Эти условия включают указание автора произведения и источника заимствования, а также соблюдение определенных ограничений по объему и способу использования. В случае если нарушение не устранено с помощью алгоритма





**Рис. 3.** Функциональная схема алгоритма действий сотрудника организации в части устранения факта неправомерного распространения ОИС в ИТКС (привлечение органов публичной власти)

(рис. 2), сотрудник инициирует алгоритм с привлечением органов публичной власти (Мосгорсуд и Роскомнадзор (РКН)).

Шаг 2. Уполномоченный сотрудник организации направляет заявление в органы публичной власти с целью ограничения доступа к указанной части коммуникационной среды, в которой обнаружен неправомерно распространяемый информационный ОИС. Мосгорсуд изучает предоставленные ему материалы, требования к которым указаны в ст. 144.1 ГПК РФ.

Шаг 3. По результатам рассмотрения заявления, проверив представленные материалы, суд приходит к выводу о том, что заявление о принятии предварительных обеспечительных мер подлежит удовлетворению. В противном случае суд выносит определение об отказе в принятии предварительных обеспечительных мер.

Шаг 4. После вынесения определения о принятии обеспечительных мер суд устанавливает процессуальный срок продолжительностью 15 дней со дня вынесения определения о принятии обеспечительных мер для подачи заявителем искового заявления по требованию, в связи с которым судом приняты меры по

обеспечению имущественных интересов заявителя. В случае если заявитель не подает исковое заявление, суд рассматривает вопрос об отмене обеспечительных предварительных мер. В случае если заявитель подает исковое заявление в указанный процессуальный срок, обеспечительные меры действуют, как меры по обеспечению иска.

Шаг 5. В случае принятия судом предварительных обеспечительных мер, уполномоченный сотрудник от имени организации-правообладателя обращается в Роскомнадзор с заявлением о принятии мер по ограничению доступа к информационным ресурсам на основании вступившего в силу судебного акта.

Шаг 6. Роскомнадзор в течение трех рабочих дней определяет провайдера хостинга части коммуникационной среды, на которой неправомерно распространяются информационный ОИС и (или) информация, необходимая для их получения.

Шаг 7. Роскомнадзор направляет установленному провайдеру хостинга уведомление на русском и английском языках о нарушении авторских и (или) смежных прав заявителя. Фиксирует факт направления

указанной информации.

Шаг 8. В случае если со стороны владельца части коммуникационной среды и (или) провайдера хостинга приняты меры по устранению факта неправомерного распространения ОИС в ИТКС, алгоритм считается завершенным.

Шаг 9. В случае неприятия провайдером хостинга или владельцем части коммуникационной среды мер по устранению факта нарушения, Роскомнадзор направляет идентифицирующую информацию о них по системе взаимодействия операторам связи для принятия мер по ограничению доступа к части коммуникационной среды, на которой распространяются информационный ОИС и (или) информация, необходимая для их получения. Алгоритм функционирования следует считать завершенным.

### Заключение

Для решения научной задачи по повышению эффективности системы управления ИС в

ИТКС путем повышения эффективности подсистемы мониторинга и реагирования на факты неправомерного распространения ОИС в ИТКС автор разработал алгоритм действий по устранению факта нарушения в сети, учитывающего особенности распространения информации в сети Интернет, а также специфику коммуникационных сред, которые могут быть использованы для размещения результатов интеллектуальной деятельности. Новизна алгоритма функционирования состоит в том, что он содержит шаги, которые уполномоченный сотрудник коммерческой организации обязан выполнить перед обращением в органы публичной власти, с учетом расширенных действий по уведомлению информационных деятелей, участвующих в организационно-техническом обеспечении функционирования части коммуникационной среды, в которой неправомерно размещены информационные ОИС, и учитывает специфику использования форм обратной связи в социальных сетях и видеохостинге.

### Список литературы

1. Александрова, Л.И. Контрафакт как криминальное явление: средства противодействия / Л.И. Александрова // Юридический вестник Самарского университета. – 2021. – Т. 7. – № 3. – С. 59–65.
2. Еникеева, Л.А. Бизнес-модели распространения аудиовизуального контента в сети Интернет / Л.А. Еникеева, К.Б. Смирнов // Петербургский экономический журнал. – 2021. – № 2. – С. 99–110.
3. Кунин, Е.И. Использование информационно-компьютерных технологий для автоматизации выполнения «протокола действий» правообладателя по защите авторских и (или) смежных прав / Е.И. Кунин // Правосудие. – 2023. – Т. 5. – № 3. – С. 124–139.
4. Кунин, Е.И. Использование технических средств для защиты авторских и смежных прав в сети «Интернет» / Е.И. Кунин // Российское правосудие. – 2023. – № 10. – С. 29–37.
5. Ловцов, Д.А. Информационная теория эргасистем. Монография / Д.А. Ловцов. – М.: Российский государственный университет правосудия, 2021. – 314 с.
6. Отчет комиссии по законопроектной деятельности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://government.ru/activities/selection/302/34692>.
7. Официальный сайт Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. Интернет в России в 2022–2023 годах. Состояние, тенденции и перспективы развития. Отраслевой доклад. Минцифры России [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://digital.gov.ru/ru/documents/9417>.
8. Трегубов, П.А. Содержимое коллекционных изданий: вариации их заполнения / П.А. Трегубов // Вестник магистратуры. – 2016. – № 6-3(57). – С. 15–16.

### References

1. Aleksandrova, L.I. Kontrafakt kak kriminal'noye yavleniye: sredstva protivodeystviya / L.I. Aleksandrova // Yuridicheskiy vestnik Samarskogo universiteta. – 2021. – T. 7. – № 3. – S. 59–65.
2. Yenikeeva, L.A. Biznes-modeli rasprostraneniya audiovizual'nogo kontenta v seti Internet / L.A. Yenikeeva, K.B. Smirnov // Peterburgskiy ekonomicheskij zhurnal. – 2021. – № 2. – S. 99–110.

3. Kunin, Ye.I. Ispol'zovaniye informatsionno-komp'yuternykh tekhnologiy dlya avtomatizatsii vypolneniya «protokola deystviy» pravoobladatelya po zashchite avtorskikh i (ili) smezhnykh prav / Ye.I. Kunin // Pravosudiye. – 2023. – Т. 5. – № 3. – С. 124–139.
  4. Kunin, Ye.I. Ispol'zovaniye tekhnicheskikh sredstv dlya zashchity avtorskikh i smezhnykh prav v seti «Internet» / Ye.I. Kunin // Rossiyskoye pravosudiye. – 2023. – № 10. – С. 29–37.
  5. Lovtsov, D.A. Informatsionnaya teoriya ergasistem. Monografiya / D.A. Lovtsov. – М. : Rossiyskiy gosudarstvennyy universitet pravosudiya, 2021. – 314 s.
  6. Otchet komissii po zakonoprojektnoy deyatel'nosti [Electronic resource]. – Access mode : <http://government.ru/activities/selection/302/34692>.
  7. Ofitsial'nyy sayt Ministerstva tsifrovogo razvitiya, svyazi i massovykh kommunikatsiy Rossiyskoy Federatsii. Internet v Rossii v 2022–2023 godakh. Sostoyaniye, tendentsii i perspektivy razvitiya. Otrasevoy doklad. Mintsifry Rossii [Electronic resource]. – Access mode : <https://digital.gov.ru/ru/documents/9417>.
  8. Tregubov, P.A. Soderzhimoye kollektсионnykh izdaniy: variatsii ikh zapolneniya / P.A. Tregubov // Vestnik magistratury. – 2016. – № 6-3(57). – С. 15–16.
- 

© Е.И. Кунин, 2025

**Материалы XVIII международной  
научно-практической конференции  
«Проблемы и возможности современной науки  
(цифровые технологии, антропоцентрические науки)»**

**г. Стамбул, Турция, 28–30 января 2025 г.**

**Proceedings of the XVIII International Scientific Practical Conference  
«Problems and Opportunities of Modern Science  
(Digital Technologies, Anthropocentric Sciences)»**

**Istanbul, Türkiye, January 28–30, 2025**

**Организационный комитет:**

**Воронкова О.В. (Россия)**  
Voronkova O.V. (Russia)  
**Тютюнник В.М. (Россия)**  
Tyutyunnik V.M. (Russia)  
**Бикезина Т.В. (Россия)**  
Bikezina T.V. (Russia)  
**Курочкина А.А. (Россия)**  
Kurochkina A.A. (Russia)  
**Ялунер Е.В. (Россия)**  
Yaluner E.V. (Russia)  
**Серых А.Б. (Россия)**  
Serykh A.B. (Russia)  
**Санджай Ядав (Индия)**  
Sanjay Yadav (India)  
**Малинина Т.Б. (Россия)**  
Malinina T.B. (Russia)  
**Беднаржевский С.С. (Россия)**  
Bednarzhevsky S.S. (Russia)  
**Надточий И.О. (Россия)**  
Nadtochy I.O. (Russia)  
**Харуби Науфел (Тунис)**  
Kharroubi Naoufel (Tunisia)  
**Чамсутдинов Н.У. (Россия)**  
Chamsutdinov N.U. (Russia)  
**У Сунцзе (Китай)**  
Wu Songjie (China)  
**Аманбаев М.Н. (Казахстан)**  
Amanbayev M.N. (Kazakhstan)  
**Ду Кунь (Китай)**  
Du Kun (China)

**Разделы конференции:**

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:**

INFORMATION TECHNOLOGY:

- **Информационная безопасность**  
– Information Security
- **Моделирование оптимальных календарных стратегий инспектирования**  
– Modeling Optimal Inspection Calendar Strategies

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ:**

ECONOMIC SCIENCES:

- **Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства**  
– Product Quality Management. Standardization. Organization of Production
- **Региональная и отраслевая экономика**  
– Regional and Sectoral Economy

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ:**

NATURAL SCIENCES:

- **Физика и математика**  
– Physics and Mathematics
- **Актуальные вопросы биотехнологий и медицины**  
– Current Issues in Biotechnology and Medicine

Учредитель  
МОО «Фонд развития  
науки и культуры»

УДК 004.056

С.Э. ТУРАЕВ, Д.А. ЗАКОЛДАЕВ

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

## РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ВРЕДНОСНОГО ТРАФИКА ИЗ ЛВС

*Ключевые слова:* вредоносный трафик; кибербезопасность; корпоративные сети; локальные сети; машинное обучение; поведенческий анализ; сигнатурный анализ.

*Аннотация.* Статья посвящена разработке программного обеспечения для эффективного выявления вредоносного трафика в локальных вычислительных сетях. Основная цель исследования заключалась в создании системы, способной минимизировать ложные срабатывания и с высокой точностью идентифицировать угрозы, что особенно актуально для защиты корпоративных сетей. В работе применены различные методы анализа сетевого трафика, включая сигнатурный и поведенческий подходы, а также алгоритмы машинного обучения, такие как нейронные сети и случайный лес, что позволило повысить адаптивность системы к новым типам угроз. Разработанная система продемонстрировала высокую точность обнаружения (до 95 %) и устойчивость к высоким нагрузкам в режиме реального времени, однако требует дальнейшей оптимизации для повышения точности при работе с многопоточными атаками и минимизации ложных срабатываний.

---

### Введение

В современном цифровом мире безопасность локальных вычислительных сетей (ЛВС) имеет первостепенное значение. Кибератаки становятся все более изощренными и наносят значительный ущерб компаниям, организациям и отдельным пользователям. Злоумышленники используют различные методы для

незаметного проникновения в сети и распространения вредоносного программного обеспечения (ПО), которое может тайно похищать данные, шифровать информацию или нарушать работу систем. В этих условиях эффективное обнаружение вредоносного трафика в локальной сети становится одним из важнейших инструментов предотвращения угроз и минимизации рисков.

Необходимость постоянного мониторинга сетевого трафика обусловлена тем, что кибератаки часто остаются незамеченными до тех пор, пока ущерб не станет критическим. Вредоносный трафик может оставаться в локальной сети, не привлекая внимания, пока не будет использован для осуществления атаки. Такие угрозы, как фишинговые письма, троянские программы и программы-вымогатели, способны обойти традиционные методы защиты. Поэтому важно разработать специальное программное обеспечение, способное быстро обнаружить и нейтрализовать подозрительную активность.

Цель данного исследования – разработать программное обеспечение для эффективного обнаружения вредоносного трафика в локальной сети. Задача проекта – разработать решение, которое не только с высокой точностью идентифицирует угрозы, но и минимизирует количество ложных срабатываний. В процессе исследования будет проведена оценка производительности и точности используемых методов анализа трафика, чтобы разработать подход, позволяющий оптимизировать безопасность локальной сети.

### Цель исследования

Цель данного исследования состоит в раз-

```

(kali@kali)-[~]
└─$ python -m scapy
INFO: Can't import PyX. Won't be able to use psdump() or pdfdump().

      aSPY//YASa
    арууууСY/////////YCa
  sY/////////YSpsc  scpCY//Pp
ayp аруууууууSCP//Pp      syY//C
AYAsAYYYYYYYYY//Ps      cY//S
  pCCCY//p      cSSps y//Y
  SPPPP//a      pP//AC//Y
    A//A      cyP//C
  p//Ac      sC//a
  P//Y/Cpc      A//A
scccccp//pSP//p      p//Y
sY/////////y caa      S//P
cayCyayP//Ya      pY/Ya
sY/PsY//YCc      aC//Yp
  sc  sccaCY//PCyрааруCP//YSs
      spCPY/////////YPSps
      ccaacs

| Welcome to Scapy
| Version 2.5.0
|
| https://github.com/secdev/scapy
|
| Have fun!
|
| To craft a packet, you have to be a
| packet, and learn how to swim in
| the wires and in the waves.
| -- Jean-Claude Van Damme
|

using IPython 8.14.0

zsh: suspended python -m scapy

```

Рис. 1. Unleashing the Power of Scapy for Protocol Fuzzing

работке и оценке эффективности программного обеспечения, способного выявлять вредоносный трафик в локальных вычислительных сетях с высокой точностью и минимальным количеством ложных срабатываний. Основной задачей является создание решения, которое может оперативно обнаруживать подозрительные сетевые активности и противодействовать угрозам, как находящимся внутри сети, так и поступающим извне.

Для достижения этой цели в исследовании анализируются различные методы обнаружения угроз, включая сигнатурные и поведенческие подходы, а также технологии, использующие алгоритмы машинного обучения. Программное обеспечение должно демонстрировать надежные результаты в условиях повышенной нагрузки и в сложных сетевых структурах, что делает важным тестирование и проверку применяемых подходов. Особое внимание уделяется разработке системы, которая эффективно справляется с современными видами атак, не ограничиваясь выявлением уже известных угроз, а также способной адаптироваться к новым методам киберпреступников [4].

#### Материалы и методы исследования

Для разработки программного обеспече-

ния, способного эффективно обнаруживать вредоносный трафик в локальной сети, были использованы современные технологии и инструменты анализа сетевой активности. В качестве основы для реализации были использованы такие языки программирования, как *Python* и *C++*, обеспечивающие оптимальное сочетание производительности и гибкости для реализации алгоритмов обработки трафика. Также использовались специализированные библиотеки, такие как *Scapy* для обработки и анализа пакетов, *TensorFlow* и *Scikit-learn* для создания и обучения моделей машинного обучения и для выявления аномалий и вредоносного поведения.

Важным аспектом исследования являются методы анализа сетевого трафика. Основное внимание было уделено интеграции сигнатурного и поведенческого подходов. В сигнатурном методе текущий сетевой трафик сравнивается с заранее определенными шаблонами, характерными для известных угроз. Такой подход позволяет быстро идентифицировать ранее изученные типы атак, что особенно важно для защиты от рутинных и типичных угроз. Однако для более точного обнаружения аномалий в сети также применяется поведенческий анализ, при котором программное обеспечение выявляет нетипичное поведение, характерное для вредоносного трафика, даже если о конкретной

атаке ранее не сообщалось.

Особое место в исследованиях занимают методы машинного обучения, способные распознавать более сложные закономерности и анализировать сетевой трафик в режиме реального времени. Наборы данных, использованные для обучения моделей, включали как обычный сетевой трафик, так и данные о вредоносной активности из публичных источников, таких как *CICIDS2017* и *NSL-KDD*, а также собственные синтетические данные, созданные для моделирования потенциальных угроз. Эти данные обеспечили разнообразие обучающих и тестовых наборов, необходимых для повышения точности классификации.

Исследование включало моделирование сетевой среды, приближенной к реальной сетевой инфраструктуре предприятия. В процессе тестирования проводились эксперименты с различными сценариями атак, включая *DDoS*-атаки, сканирование портов, фишинговые атаки и внедрение вредоносных программ. Использование виртуализированных сетевых сред, например, на платформе *Docker*, позволило эффективно смоделировать такие сценарии, изолировать и защитить тестируемые элементы. Также можно было оценить производительность разработанного решения и его способность функционировать в условиях высокого трафика.

Для оценки качества работы программного обеспечения использовались такие метрики, как точность, полнота и *F*-измерение. С помощью этих метрик мы смогли оценить способность программы корректно обнаруживать вредоносный трафик и при этом минимизировать количество ложных срабатываний. В рамках тестирования мы проанализировали частоту ложных срабатываний и ложных отрицаний, что позволило нам лучше определить границы применимости различных методов и выбрать оптимальные настройки для достижения максимальной эффективности [1; 5].

### Результаты исследования и их обсуждение

В процессе исследования была разработана и протестирована система обнаружения вредоносного трафика в локальной сети, ориентированная на точное обнаружение и классификацию угроз. Программное обеспечение было протестировано на синтетических

и реальных данных, содержащих нормальный и вредоносный сетевой трафик из авторитетных источников, таких как *CICIDS2017* и *NSL-KDD*. Эти наборы данных обеспечили высокий уровень доверия к результатам и предоставили обширный аналитический материал, демонстрирующий поведение разработанного программного обеспечения в различных условиях.

Основные результаты показывают, что программное обеспечение обладает высокой точностью обнаружения вредоносного трафика, достигая среднего показателя точности 95 %. Этот показатель был достигнут благодаря комбинированному подходу, включающему сигнатурный и поведенческий методы анализа. Анализ на основе сигнатур позволил нам быстро и эффективно выявлять известные угрозы, такие как вирусы, трояны и *DDoS*-атаки. В то же время поведенческий подход оказался эффективным в борьбе с новыми, ранее неизвестными, угрозами благодаря использованию машинного обучения на большом количестве данных. Модели машинного обучения, включая случайный лес и нейронные сети, показали высокую производительность с *F-score* 0,92, что свидетельствует об оптимальном балансе между точностью и полнотой обнаружения угроз.

Одним из наиболее важных аспектов, выявленных в ходе исследования, стала производительность системы в условиях высокого сетевого трафика. Результаты показали, что разработанное программное обеспечение способно обрабатывать трафик в режиме реального времени и без существенного снижения производительности, что крайне важно для оперативного реагирования на угрозы в корпоративных сетях. Однако тесты также показали определенные ограничения при анализе многопоточных атак, таких как ботнет-сети, где поведенческий анализ требует дополнительных ресурсов для обработки больших объемов данных.

Еще одним важным результатом исследования стала частота ложноположительных и ложноотрицательных результатов. Наибольшая доля ложных срабатываний была обнаружена при анализе пакетов с легитимным трафиком, который мог напоминать вредоносные атаки, например, массовый доступ к серверу. Доля ложных срабатываний составила около 3 %, что является приемлемым уровнем для систе-

**Таблица 1.** Сравнительная эффективность алгоритмов выявления вредоносного трафика в ЛВС

Алгоритм	Точность (%)	Полнота (%)	F-мера	Ложноположительные срабатывания (%)	Ложноотрицательные срабатывания (%)
Случайный лес	94	92	0,93	3,5	4,0
Градиентный бустинг	95	93	0,94	3,2	3,8
Нейронная сеть	96	94	0,95	3,0	3,5
Метод ближайших соседей	91	89	0,90	4,1	5,2
Линейная регрессия	88	87	0,87	5,0	5,5
Сигнатурный анализ	92	90	0,91	4,0	4,2

мы такого типа, но требует дальнейшей оптимизации для минимизации подобных ошибок. Ложноотрицательные результаты были зафиксированы в основном при обнаружении атак с использованием методов стеганографии и туннелирования, что свидетельствует о необходимости совершенствования механизмов поведенческого анализа.

Обсуждение полученных результатов показывает, что предложенное программное обеспечение имеет значительные преимущества перед традиционными методами защиты. Например, в отличие от статических решений на основе сигнатур, разработанная система демонстрирует гибкость и способность адаптироваться к новым типам угроз. Тем не менее для повышения эффективности системы в постоянно меняющейся среде требуется ее дальнейшее развитие, в частности совершенствование алгоритмов машинного обучения и увеличение объема данных для тренировки. Оптимизация ложных тревог и повышение производительности при высоких нагрузках – другие важные области для совершенствования [3; 8].

### Заключение

В рамках проведенного исследования была поставлена задача разработки эффективного программного обеспечения для выявления вредоносного трафика в локальной вычислительной сети. Реализация данной задачи позволила создать систему, способную с высокой точностью и надежностью обнаруживать угрозы и противодействовать современным кибератакам. В ходе исследования использовались различ-

ные методы анализа трафика, включая сигнатурные и поведенческие подходы, а также алгоритмы машинного обучения. Эти технологии показали свою эффективность и доказали возможность адаптации к различным типам сетевой активности, что стало основой для успешного выполнения поставленных целей.

Разработанное программное обеспечение продемонстрировало отличные результаты при работе с реальными и синтетическими данными. Точность классификации, достигшая в среднем 95 %, и низкий уровень ложноположительных и ложноотрицательных срабатываний свидетельствуют о том, что предложенная система способна справляться с большинством известных угроз и выявлять новые, ранее незарегистрированные типы атак. Применение алгоритмов машинного обучения, в частности, позволило повысить гибкость и адаптивность программы, что делает ее полезным инструментом для защиты корпоративных сетей.

Однако, несмотря на высокие показатели, исследование выявило несколько областей для дальнейшего развития. Программное обеспечение нуждается в доработке для повышения устойчивости к многопоточным атакам, а также требует оптимизации поведенческого анализа для более точного распознавания сложных и замаскированных угроз. Для этого в будущем планируется улучшить алгоритмы машинного обучения и расширить объем данных для тренировки моделей, что позволит повысить точность и снизить частоту ложных срабатываний.

В целом выполненное исследование под-



тверждает, что предложенное решение эффективно и может быть интегрировано в инфраструктуру корпоративных ЛВС для повышения их уровня безопасности. Оно позволяет своевременно обнаруживать и нейтрализовать угрозы, что минимизирует потенциальные риски и обеспечивает защиту конфиденциальных данных [6; 10].

### Список литературы

1. Абдрахманов, Р.Ф. Методы машинного обучения для анализа сетевого трафика и выявления аномалий / Р.Ф. Абдрахманов, Л.В. Савченко // Вестник Казанского технологического университета. – 2019. – № 12. – С. 105–113.
2. Васильев, М.А. Системы информационной безопасности корпоративных сетей / М.А. Васильев. – М. : Инфра-М, 2020. – 342 с.
3. Гринюк, В.В. Применение искусственного интеллекта для кибербезопасности / В.В. Гринюк, И.А. Сергеева // Научный журнал КубГАУ. – 2019. – № 148. – С. 47–57.
4. Дорофеев, А.И. Модели и методы защиты информационных систем от внутренних угроз / А.И. Дорофеев. – СПб : Питер, 2021. – 224 с.
5. Еремин, А.Н. Методы анализа и классификации сетевых угроз / А.Н. Еремин // Информационная безопасность. – 2020. – № 6. – С. 65–73.
6. Иванов, И.И. Выявление аномалий в сетевом трафике с использованием нейронных сетей / И.И. Иванов, П.С. Зайцев // Вопросы кибербезопасности. – 2021. – № 1. – С. 24–31.
7. Ковалева, Е.В. Методы и средства защиты информации в сетях / Е.В. Ковалева, Н.М. Лапина // Системы безопасности. – 2022. – № 5. – С. 18–27.
8. Митрофанов, С.П. Современные методы анализа сетевого трафика для обеспечения безопасности / С.П. Митрофанов // Информационные технологии. – 2022. – № 8. – С. 30–38.
9. Никифорова, Т.В. Применение поведенческого анализа для выявления кибератак / Т.В. Никифорова. – М. : Академия, 2020. – 250 с.
10. Сидоров, Д.В. Использование искусственного интеллекта для мониторинга и защиты сетевого трафика / Д.В. Сидоров, Ю.Л. Иванова // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2019. – № 7. – С. 11–19.

### References

1. Abdrakhmanov, R.F. Metody mashinnogo obucheniya dlya analiza setevogo trafika i vyyavleniya anomalii / R.F. Abdrakhmanov, L.V. Savchenko // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2019. – № 12. – S. 105–113.
2. Vasil'yev, M.A. Sistemy informatsionnoy bezopasnosti korporativnykh setey / M.A. Vasil'yev. – M. : Infra-M, 2020. – 342 s.
3. Grinyuk, V.V. Primeneniye iskusstvennogo intellekta dlya kiberbezopasnosti / V.V. Grinyuk, I.A. Sergeyeva // Nauchnyy zhurnal KubGAU. – 2019. – № 148. – S. 47–57.
4. Dorofeyev, A.I. Modeli i metody zashchity informatsionnykh sistem ot vnutrennikh ugroz / A.I. Dorofeyev. – SPb : Piter, 2021. – 224 s.
5. Yeremin, A.N. Metody analiza i klassifikatsii setevykh ugroz / A.N. Yeremin // Informatsionnaya bezopasnost'. – 2020. – № 6. – S. 65–73.
6. Ivanov, I.I. Vyyavleniye anomalii v setevom trafike s ispol'zovaniyem neyronnykh setey / I.I. Ivanov, P.S. Zaytsev // Voprosy kiberbezopasnosti. – 2021. – № 1. – S. 24–31.
7. Kovaleva, Ye.V. Metody i sredstva zashchity informatsii v setyakh / Ye.V. Kovaleva, N.M. Lapina // Sistemy bezopasnosti. – 2022. – № 5. – S. 18–27.
8. Mitrofanov, S.P. Sovremennyye metody analiza setevogo trafika dlya obespecheniya

bezopasnosti / S.P. Mitrofanov // Informatsionnyye tekhnologii. – 2022. – № 8. – S. 30–38.

9. Nikiforova, T.V. Primeneniye povedencheskogo analiza dlya vyyavleniya kiberatak / T.V. Nikiforova. – M. : Akademiya, 2020. – 250 s.

10. Sidorov, D.V. Ispol'zovaniye iskusstvennogo intellekta dlya monitoringa i zashchity setevogo trafika / D.V. Sidorov, YU.L. Ivanova // Vestnik komp'yuternykh i informatsionnykh tekhnologiy. – 2019. – № 7. – S. 11–19.

---

© С.Э. Тураев, Д.А. Заколдаев, 2025

УДК 51.77

И.В. ЗАЙЦЕВА<sup>1</sup>, Д.Н. РЕЗЕНЬКОВ<sup>2</sup>, И.К. СИДЕНКО<sup>3</sup>, С.А. ТЕММОЕВА<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург;

<sup>2</sup>Ставропольский филиал ФГКОУ ВО «Краснодарский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации», г. Ставрополь;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», г. Санкт-Петербург;

<sup>4</sup>ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», г. Нальчик

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ КАЛЕНДАРНЫХ СТРАТЕГИЙ ИНСПЕКТИРОВАНИЯ

*Ключевые слова:* игрок; исследование; модель; проверка; теория игр.

*Аннотация.* В статье рассматриваются и исследуются оптимальные календарные стратегии инспектирования. Целью работы является разработка математической модели оптимальных календарных стратегий инспектирования. Задачами исследования являются определение условий игры, определение основных игроков, называемых Проверяемый и Проверяющий. Для нахождения оптимальных стратегий обоих игроков рассматривается последовательность действий игры. В статье приведены теоретические обоснования полученных стратегий.

Рассмотрим игру инспектирования двух игроков (Проверяемый и Проверяющий). Если в течение протекания  $N$ -шаговой игры инспектирования бюджет  $U_0$  почти наверное равен  $0 \leq s \leq N$ , то есть  $P(U_0 = s) = R_s = 1$ . Имеем стохастическую игру с конечным числом шагов [1]. Рассмотрим пары  $(r, e) \in \{0, 1, \dots, N\} \times \{0, 1, -1\}$  как состояния игры, где как  $r$  обозначим число инспекций, для которых Проверяющий имеет средства, где  $z = 1$  обозначает успешное,  $z = -1$  – неуспешное нарушение и  $z = 0$  – неагрессивное поведение. Оба игрока знают состояние игры на каждом шаге. Если календарные стратегии определены как те стратегии, которые зависят только от существующего состояния и шага и поэтому независимы от истории, ведущей к этому состоянию, тогда оба

игрока обладают оптимальными календарными стратегиями. Если бюджет  $U_0$  почти наверное не равен  $s \in \{0, \dots, N\}$ , тогда Проверяемый может оценивать только реализованное значение  $\dot{U}_0$ . Поэтому применение описанной процедуры невозможно. Первый период игры – случайный выбор матрицы  $P$  борелевской меры  $Q$  [3]. Оба игрока знают  $Q$ , но не реализацию  $P$ . Стратегии поведения обоих игроков задаются вероятностными мерами на конечных множествах альтернатив для каждого шага, зависящих от истории вплоть до текущего момента. Оба игрока информированы относительно выбранных альтернатив. Распределение случайного испытания, зависящего от выбранных альтернатив, определено соответствующим компонентом  $P$ . После окончания этого испытания условное распределение  $Q'$  может быть рассчитано, и оно зависит только от выбранных альтернатив. По этой причине только конечное число вероятностных мер  $Q'$  возможно. В сущности, игра может быть продолжена, как если бы игра была начата заново со случайным выбором матрицы с  $Q'$ . В частности, имеется вид календарных стратегий для обоих игроков, если  $Q$  и  $Q'$  соответственно заданы как состояния. Если игра имеет постоянное число состояний, тогда значение игры и некоторые оптимальные календарные стратегии могут быть рассчитаны рекурсивно.

Введем ситуацию  $(r; R)$  для Проверяющего, где  $r$  обозначает число инспекций, все еще возможных, и  $R$  – условная вероятностная мера. Проверяющий имеет оптимальные календар-

ные стратегии. Так как имеется более чем конечное множество состояний в ходе игры, оптимальные календарные стратегии получают из решения игр, игроки которых имеют континуум чистых стратегий вместо конечного множества в случае стохастических игр [2–3]. Исследуем вспомогательную игру.

Определение 1 [1]. Пусть  $M > 0$  – любое целое число и  $R = (R_0, \dots, R_M) \in \mathfrak{R}^M$  – вероятностная мера. Затем пусть  $T = \{0\} \times [0, 1]^M$ . Для  $\tau = (\tau(0), \dots, \tau(M)) \in T$  пусть  $\tau_j(r)$  ( $j = 0, 1; r = 0, \dots, M$ ) будет равно:

$$\tau_j(r) = \begin{cases} 1 - \tau(r), & j = 0 \\ \tau(r), & j = 1 \end{cases}$$

Тогда для каждого  $\tau \in T$  и  $j \in \{0, 1\}$  вероятностная мера  $R(j, \tau) = (R_0(j, \tau), \dots, R_M(j, \tau))$  определяется:

$$R_s(j, \tau) = \begin{cases} 0 & j = 1, s = M, \\ \frac{R_{s+j} \tau_j(s+j)}{\sum_{r=j}^M R_r \tau_j(r)} & \sum_{r=j}^M R_r \tau_j(r) > 0, \quad 0 \leq s \leq M-j, \\ 0 & \sum_{r=j}^M R_r \tau_j(r) = 0, \quad 1 \leq s \leq M-j, \\ 1 & \sum_{r=j}^M R_r \tau_j(r) = 0, \quad s = 0. \end{cases}$$

Утверждение 1 [1]. Пусть  $b^+ : \mathfrak{R}^M \rightarrow \mathbf{R}$  – супремум  $R \rightarrow \max(L_1(R), \dots, L_n(R))$  конечного множества аффинно-линейных функций  $L_i : \mathfrak{R}^M \rightarrow \mathbf{R}$  ( $i = 1, \dots, n$ ), и пусть  $c > 0, d > 0$  – действительные числа. Тогда функция  $b(R, \cdot) : [0, 1] \times T \rightarrow \mathbf{R}$ :

$$b(R, \sigma, \tau) = \sigma \sum_{r=0}^M R_r (d - \tau(r)(c + d)) + (1 - \sigma) \sum_{j=0}^1 \sum_{r=j}^M R_r \tau_j(r) b^+(R(j, \tau)) \quad (1)$$

выпукла в  $T$  для каждого  $\sigma \in [0, 1]$ . Следовательно,  $b(R, \cdot)$  имеет седловую точку  $(\sigma^+(R), \tau^+(R))$  для каждой  $R \in \mathfrak{R}^M$ . Значение игры  $b(R, \sigma^+(R), \tau^+(R))$  ( $[0, 1], T, b(R, \cdot)$ ) как функция из  $\mathfrak{R}^M$  – супремум конечного множества аффинно-линейных функций на  $\mathfrak{R}^M$ .

Определение 2 [1]. Пусть  $c_k > 0, d_k > 0$  ( $k = 1, \dots, N$ ) – множество  $2N$  неотрицательных действительных чисел. Пусть  $B^+(N+1, \cdot) : \mathfrak{R}^M \rightarrow \mathbf{R}$  –

супремум конечного множества аффинно-линейных функций для постоянного натурального числа  $M$ . Тогда функция  $B(k, R, \cdot) : [0, 1] \times T \rightarrow \mathbf{R}$ , ( $T = \{0\} \times [0, 1]^M$ ) рекурсивно определена для  $k = N, N-1, \dots, 1$ :

$$B(k, R, \sigma, \tau) = \sigma (d_k - (c_k + d_k)) \sum_{r=0}^M R_r \tau(r) + (1 - \sigma) \sum_{j=0}^1 \sum_{r=j}^M R_r \tau_j(r) B^+(k+1, R(j, \tau)),$$

где

$$\sigma \in [0, 1], \quad \tau(0) = 0, \quad 0 \leq \tau(r) \leq 1 \quad (r = 1, \dots, M),$$

$$\tau_j(r) = \begin{cases} 1 - \tau(r) & j = 0 \\ \tau(r) & j = 1 \end{cases}$$

и  $B^+(k+1, R)$  – значение  $B(k+1, R, \cdot)$  в седловой точке.

Утверждение 1 [1]. Функции  $B(k, R, \cdot)$  вполне определены для  $k = 1, \dots, N$  и  $R \in \mathfrak{R}^M$ . Для каждой пары  $(k, R) \in \{1, \dots, N\} \times \mathfrak{R}^M$  функция  $B(k, R, \cdot)$  имеет седловую точку  $(\sigma(k, R), \tau(k, R))$ . Функция  $B^+(k, \cdot) : \mathfrak{R}^M \rightarrow \mathbf{R}$ , задаваемая следующим образом  $B^+(k, R) = B(k, R, \sigma(k, R), \tau(k, R))$ , – супремум конечного множества аффинно-линейных функций на  $\mathfrak{R}^M$  ( $k = 1, \dots, M$ ).

Для обобщения определения 1 отметим, что каждая стратегия поведения  $N$ -шаговой игры инспектирования может быть приведена к стратегии поведения  $M$ -шаговой игры, где  $M \leq N$ , сокращением области определения.

Определение 3 [1]. Пусть  $M$  – натуральное число и  $R \in \mathfrak{R}^M$ . Пусть  $\psi \in V(Y)$  – стратегия поведения Проверяющего  $N$ -шаговой игры инспектирования, где  $M \leq N$ . Тогда для каждого  $J_k \in \{0, 1\}^k$ , где  $1 \leq k \leq N$ , вероятностная мера  $R(K_k, \psi) \in \mathfrak{R}^M$  определяется следующим образом:

$$R_r(J_k, \psi) = \begin{cases} 0 & \\ \frac{P_\psi^k(r + |J_k|, J_k)}{\sum_{r=0}^{M-|J_k|} P_\psi^k(r + |J_k|, J_k)} & \\ 0 & \\ 1 & \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
 &M - |J_k| < r \leq M, \quad 1 \leq r, \\
 &\sum_{r=0}^{M-|J_k|} P_{\psi}^k(r + |J_k|, J_k) > 0, \quad 0 \leq r \leq M - |J_k| \\
 &\sum_{r=0}^{M-|J_k|} P_{\psi}^k(r + |J_k|, J_k) = 0, \quad 1 \leq r \leq M - |J_k|, \\
 &\sum_{r=0}^{M-|J_k|} P_{\psi}^k(r + |J_k|, J_k) = 0, \quad r = 0.
 \end{aligned}$$

Хотя  $R \notin \mathfrak{R}^N$  для  $N > M$ , вероятностная мера  $R(J_k, \psi)$  вполне определена, так как мы не используем  $R_r$  ( $M < r \leq N$ ) в определяющих соотношениях  $P_{\psi}^k$ . За исключением тех случаев, когда  $R$  можно было представить как элемент из  $\mathfrak{R}^N$ , определенный как  $R_r = 0$  ( $M < r \leq N$ ), что может быть записано:

$$R_r(J_k, \psi) = \frac{P_{\chi, \psi}^k(r + |J_k|, 0, J_k)}{\sum_{r=0}^{M-|J_k|} P_{\chi, \psi}^k(r + |J_k|, 0, J_k)},$$

$$(0 \leq r \leq M - |J_k|),$$

выполняющееся в случае, если

$$\sum_{r=0}^{M-|J_k|} P_{\chi, \psi}^k(r + |J_k|, 0, J_k) > 0.$$

Допускаем вероятностные меры  $R \in \mathfrak{R}^M$ .

Пусть  $L$  и  $M$  – натуральные числа и пусть  $R$  – элемент из  $\mathfrak{R}^M$ .  $L$  принимает значение числа шагов. Предположим, что  $V(X)$  и  $V(Y)$  – множества стратегий поведения игры инспектирования из  $N = \max(L, M)$  шагов, ограниченные множеством

$$\bigcup_{k=0}^{L-1} H_k$$

историй. Пусть  $B^+(L+1, \cdot): \mathfrak{R}^M \rightarrow \mathbf{R}$  – супремум конечного множества аффинно-линейных функций на  $\mathfrak{R}^M$ . Тогда функция выигрыша  $B(R, \cdot): V(X) \times V(Y) \rightarrow \mathbf{R}$  определяется следую-

щим образом:

$$\begin{aligned}
 B(R, \chi, \psi) &= \sum_{k=1}^L \sum_{J_{k-1} \in \{0,1\}^{k-1}} \chi(0, J_{k-1}) \times \\
 &\times \sum_{r=|J_{k-1}|}^M P_{\chi, \psi}^{k-1}(r, 0, J_{k-1}) (d_k - \psi(r, J_{k-1})(c_k + d_k)) + \\
 &+ \sum_{J_L \in \{0,1\}^L} \sum_{r=|J_L|}^M P_{\chi, \psi}^L(r, 0, J_L) B^+(L+1, R(J_L, \psi)) \\
 &|J_{k-1}| \leq M, \quad |J_L| \leq M,
 \end{aligned}$$

где  $c_k > 0$ ,  $d_k > 0$  ( $k = 1, \dots, L$ ) – неотрицательные действительные числа. Игра, определенная таким образом, записывается как  $(V(X), V(Y), B(R, \cdot))$ . Для  $L = M = N$  и  $B^+(N+1, R) = 0$ , для каждого  $R \in \mathfrak{R}^N$  игра  $(V(X), V(Y), B(R, \cdot))$  – это игра инспектирования.

Определение 4 [1]. Стратегия  $\psi \in V(Y)$  игры  $(V(X), V(Y), B(R, \cdot))$  называется календарной стратегией, если  $\psi(r, J_k) = \psi(s, J'_k)$  выполняется для всех  $(r, J_k)$ ,  $(s, J'_k)$ , где:

$$\begin{aligned}
 &0 \leq k \leq L-1, \\
 &J_k, J'_k \in \{0,1\}^k, \quad M \geq r \geq |J_k|, \quad M \geq s \geq |J'_k|, \\
 &r - |J_k| = s - |J'_k|, \\
 &R(J_k, \psi) = R(J'_k, \psi).
 \end{aligned}$$

Утверждение 2 [1].

Пусть  $(V(X), V(Y), B(R, \cdot))$  –  $L$ -шаговая игра, функция выигрыша которой определена  $R \in \mathfrak{R}^M$ ;  $c_k > 0$ ,  $d_k > 0$  ( $k = 1, \dots, L$ ) и  $B^+(L+1, \cdot)$ . Тогда существует значение игры  $B^+(R)$  и оба игрока имеют оптимальные стратегии.

Если  $B(k, R, \cdot)$  ( $k = 1, \dots, L$ ) определена в соответствии с определением 2, тогда  $B^+(R) = B^+(1, R')$ , где  $B^+(1, R)$  – это значение  $B(1, R, \cdot)$  в седловой точке.  $R \rightarrow B^+(R)$  – это супремум конечного множества аффинно-линейных функций на  $\mathfrak{R}^M$ . Пусть  $(\sigma(k, R, \tau(k, R)))$  ( $k = 1, \dots, L$ ;  $R \in \mathfrak{R}^M$ ) – седловая точка  $B(k, R, \cdot)$ , существование которой вытекает из утверждения 1. Тогда стратегия  $\psi \in V(Y)$ , определяется  $\psi(r, J_k) = \tau(k+1, R(J_k, \psi), r - |J_k|)$  ( $k = 0, \dots, L-1$ ;  $M \geq r \geq |J_k|$ ) – оптимальная календарная стратегия.

### Список литературы

1. Колокольцов, В.Н. Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации / В.Н. Колокольцов, О.А. Малафеев. – СПб : СПбГУ, 2012. – 624 с.

2. Управление динамикой конкурентного взаимодействия между предприятиями / И.В. Зайцева, А.И. Кирьянен, О.А. Малафеев [и др.] // Перспективы науки. – 2021. – № 6(141). – С. 39–42.
3. Моделирование цикличности развития в системе экономик / И.В. Зайцева, О.А. Малафеев, А.В. Степкин [и др.] // Перспективы науки. – 2020. – № 10(133). – С. 173–176.

### References

1. Kolokol'tsov, V.N. Matematicheskoye modelirovaniye mnogoagentnykh sistem konkurentsii i kooperatsii / V.N. Kolokol'tsov, O.A. Malafeyev. – SPb : SPbGU, 2012. – 624 s.
2. Upravleniye dinamikoy konkurentnogo vzaimodeystviya mezhdru predpriyatiyami / I.V. Zaytseva, A.I. Kir'yanen, O.A. Malafeyev [i dr.] // Perspektivy nauki. – 2021. – № 6(141). – S. 39–42.
3. Modelirovaniye tsiklichnosti razvitiya v sisteme ekonomik / I.V. Zaytseva, O.A. Malafeyev, A.V. Stepkin [i dr.] // Perspektivy nauki. – 2020. – № 10(133). – S. 173–176.

---

© И.В. Зайцева, Д.Н. Резеньков, И.К. Сиденко, С.А. Теммюева, 2025

УДК 658.51

*А.А. ДЗЮБАНЕНКО**ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет  
аэрокосмического приборостроения», г. Санкт-Петербург*

## **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОНИКИ НА ВЫЯВЛЕНИЕ НЕСООТВЕТСТВИЙ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА**

*Ключевые слова:* автоматизация производства; имитационное моделирование; испытания; межмашинное интеллектуальное взаимодействие; обеспечение качества; технологический процесс; цифровое производство; электроника.

*Аннотация.* В статье представлена методика проведения испытаний изделий электроники на выявление несоответствий в процессе производства. Целью разработанной методики является создание комплекса мероприятий по применению технических решений, ориентированных на интеллектуализацию технологического процесса монтажа печатных плат и упрощения методов испытаний полученных изделий. Методика обеспечивает выявление несоответствий в процессе производства по итогу проведения испытаний и автоматически выводит возможные ошибки в случае несоответствия. Методика является эффективным инструментом для обеспечения высокого качества изделий электроники и может быть адаптирована для различных производственных процессов.

Интенсивное развитие цифрового производства радиоэлектронных устройств в соответствии с концепцией цифрового производства и массовым развитием ИТ-систем в мире является важнейшим направлением инновационного развития государства. Основные элементы концепции цифрового производства внедряются в технологические процессы изготовления электронной продукции, востребованной во всех сферах человеческой деятельности. Для создания новых макетов, опытных образцов, имитационных моделей различного

уровня, представляющих концепцию цифрового производства, необходимо внедрение технологических инноваций в различные этапы производства электроники.

На сегодняшний день обеспечение качества при монтаже печатных плат во многом достигает высоких показателей за счет применения современного оборудования на линии. Однако зачастую влияние «человеческого фактора» и отсутствие учета взаимного влияния частей технологической линии остаются факторами неопределенности производственного процесса.

Одним из важнейших этапов проверки качества сборки является проведение испытаний изделий электроники, например, на работоспособность. Существует множество разработанных методик, примеров, алгоритмов помимо утвержденных в ГОСТ. Но зачастую они применимы лишь к части процесса конкретно взятого предприятия. В связи с этим в исследовании предложена универсальная методика проведения испытаний изделий электроники на выявление несоответствий в процессе производства, имеющая открытую архитектуру и способная к легкому настраиванию и адаптации к особенностям каждого отдельно взятого производства.

Необходимая функциональная организация и возможность ее наращивания технологическими инновациями являются основой для выбора варианта структуры линии автоматического монтажа печатных плат, представленной как система.

Методика проведения испытаний изделий электроники направлена на выявление несоответствий и дефектов на различных этапах производственного процесса. Она включает последовательные этапы, которые обеспечивают

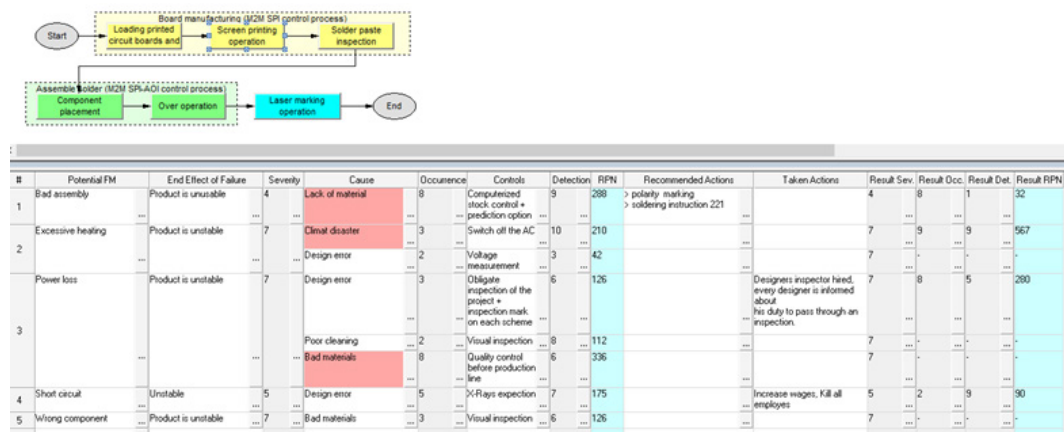


Рис. 1. Архитектура выявления несоответствий в процессе производства

контроль качества и минимизацию рисков выпуска бракованной продукции. Основные этапы методики включают следующие шаги.

1. Подготовка к испытаниям.

Определение целей испытаний: формулировка задач, таких как выявление дефектов, проверка соответствия техническим требованиям или оценка надежности изделий.

Разработка программы испытаний: определение параметров контроля, критериев оценки и допустимых отклонений.

Подготовка оборудования: настройка измерительных приборов, тестовых стендов и программного обеспечения для проведения испытаний.

2. Проведение испытаний.

Входной контроль: проверка качества комплектующих и материалов перед началом сборки.

Пооперационный контроль: тестирование изделий на каждом этапе производства (например, после пайки, монтажа компонентов, программирования).

Функциональное тестирование: проверка работоспособности изделия в соответствии с его назначением (например, тестирование электрических параметров, сигналов, коммуникационных интерфейсов).

Климатические и механические испытания: проверка устойчивости изделия к внешним воздействиям (температура, влажность, вибрация, удары).

3. Анализ результатов.

Сбор данных: фиксация результатов изменений и наблюдений.

Обработка данных: сравнение полученных значений с нормативными показателями, выявление отклонений.

Классификация дефектов: определение типа и критичности несоответствий (например, незначительные, критические, фатальные).

4. Принятие решений.

Корректирующие действия: устранение выявленных дефектов, доработка изделий или процессов.

Документирование: фиксация результатов испытаний, составление отчетов и рекомендаций.

Оптимизация процессов: внесение изменений в технологические процессы для предотвращения повторного возникновения дефектов.

5. Контроль результативности технологического процесса.

Повторные испытания: проверка устраненных дефектов и подтверждение соответствия требованиям.

Мониторинг качества: регулярный анализ данных для оценки стабильности производственных процессов.

Пример открытой архитектуры представлен на рис. 1. За основу предложено взять технологический процесс монтажа электроники, состоящий из шести основных этапов без насыщения технологического процесса машинами оптической инспекции и другим дорогостоящим оборудованием.

С применением пакета имитационного моделирования *RAM Commander* был построен механизм отображения всех возникающих возмущений в процессе монтажа, а также в процессе проведения испытаний для изделий



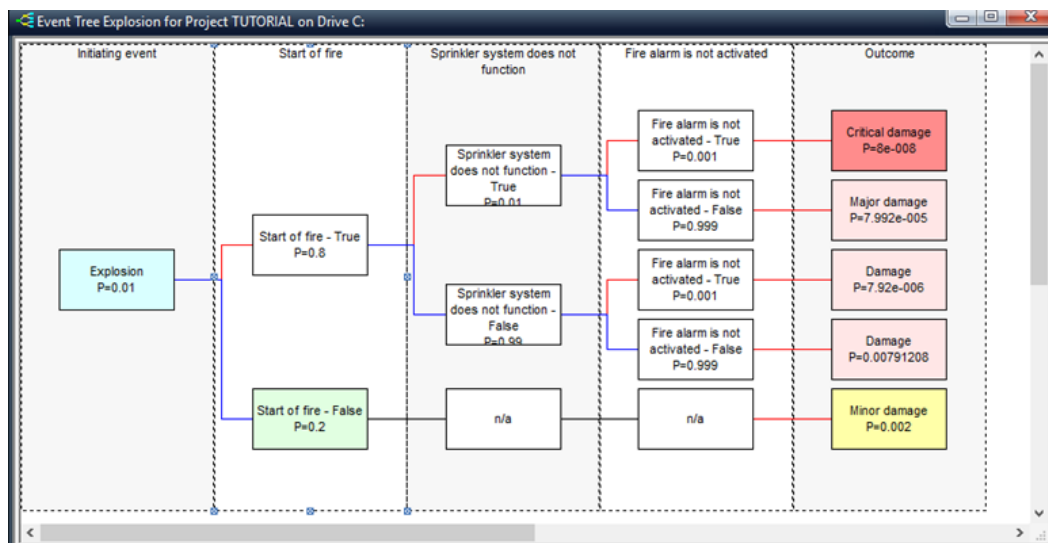


Рис. 2. Дерево решений проведения испытаний изделий электроники на выявление несоответствий в процессе производства

электроники на выявление несоответствий в процессе производства. Техническое переоснащение является ключевым фактором для формирования конкурентоспособного производства любого объема и различной степени загрузки, так как степень бракованных изделий в окончании производственного процесса сказывается непосредственно на цене конечного изделия.

Применение открытых методов проведения испытаний изделий электроники направлено на улучшение потребительских свойств производимой продукции, составляющих ее качество, а также на повышение технологической гибкости производственного процесса. Процесс переоснащения производства является непрерывным, и поэтому после анализа результатов внедрения технологической инновации происходит переход на этап мониторинга состояния производства.

С этой целью в этом же открытом пакете имитационного моделирования есть возможность выстроить дерево решений проведения испытаний изделий электроники на выявление несоответствий в процессе производства, которое способно отразить все возникающие несоответствия и принять превентивные мероприятия по их устранению при производстве опытной серии (рис. 2).

Одним из наиболее важных показателей производственного процесса является вероятность простоя  $p_0$ :

$$p_0 = \begin{cases} \left( \sum_{k=0}^n \frac{n^k}{k!} \beta^k + \frac{n^n}{n!} * \frac{\beta^{n+1}(1-\beta^m)}{1-\beta} \right)^{-1} \\ \left( \sum_{k=0}^n \frac{n^k}{k!} + \frac{n^n}{n!} * m \right)^{-1}, \beta=1 \end{cases}$$

где  $n$  – количество этапов производственного процесса;  $m$  – количество итераций;  $\beta$  – интенсивность загрузки оборудования;  $k$  – количество изделий в партии.

Работа систем представляет собой интегрированное межмашинное взаимодействие (M2M) всех элементов оборудования с визуальным представлением в пакете имитационного моделирования. Платформа M2M предприятия изготовления электроники содержит универсальные драйверы устройств на любом производственном оборудовании предприятия, позволяющие подключать любое промышленное или пользовательское IoT-устройство по закодированной связи «туманных вычислений».

По результатам исследования получено свидетельство о государственной регистрации программы для электронной вычислительной машины (ЭВМ), которая производит контроль выполнения этапов испытаний изделий электроники [1]. Программа отслеживает точность соотношения с пунктами испытаний в соответствии с разработанной программой испытаний определенного изделия. Программа

обеспечивает выявление несоответствий в процессе производства по итогу проведения испытаний и автоматически выводит возможные ошибки в случае несоответствия. Программа осуществляет сбор недостающих данных в процессе проведения испытаний.

Предложенная методика представляет собой комплекс применения технических решений, ориентированных на интеллектуализацию технологического процесса монтажа печатных

плат и упрощение методов испытаний полученных изделий. Современным промышленным технологиям и небольшим предприятиям в целом необходимо создание универсальной конкурентоспособной базовой аппаратной структуры, представляющей собой интеграционную платформу для интернета вещей и обеспечивающую получение, хранение, обработку, визуализацию данных и интеграцию их на всех уровнях предприятия.

### Список литературы

1. Дзюбаненко, А.А. Программа проведения испытаний изделий электроники на выявление несоответствий в процессе производства. Св-во о рег. пр. для ЭВМ RU 2023669224, 12.09.2023.
2. Коршунов, Г.И. Обеспечение контроля качества сложных электронных систем в интеллектуальных производствах / Г.И. Коршунов, А.А. Дзюбаненко, П.С. Зайцев // Контроль качества продукции. – 2023. – № 6. – С. 28–31.
3. Петрушевская, А.А. Модель управления технологическими операциями автоматического монтажа печатных плат на основе многопараметрического нечеткого классификатора с обучением / А.А. Петрушевская // Наука и бизнес: пути развития. – 2019. – № 12(102). – С. 132–135.

### References

1. Dzyubanenکو, A.A. Programma provedeniya ispytaniy izdeliy elektroniki na vyyavleniye nesootvetstviy v protsesse proizvodstva. Sv-vo o reg. pr. dlya EVM RU 2023669224, 12.09.2023.
2. Korshunov, G.I. Obespecheniye kontrolya kachestva slozhnykh elektronnykh sistem v intellektual'nykh proizvodstvakh / G.I. Korshunov, A.A. Dzyubanenکو, P.S. Zaytsev // Kontrol' kachestva produktsii. – 2023. – № 6. – S. 28–31.
3. Petrushevskaya, A.A. Model' upravleniya tekhnologicheskimi operatsiyami avtomaticheskogo montazha pechatnykh plat na osnove mnogoparametricheskogo nechetkogo klassifikatora s obucheniym / A.A. Petrushevskaya // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2019. – № 12(102). – S. 132–135.

---

© А.А. Дзюбаненко, 2025

УДК 620.178.152.52

О.А. ЕЛИСЕЕВА, Н.В. КАПЛИН

ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»  
имени Д.Ф. Устинова»;

ООО «КРАФТ», г. Санкт-Петербург

---

## ПРОГРАММА ПРИЕМОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ НАСТОЛЬНОГО ВЕНДИНГОВОГО АВТОМАТА БЕЗРАМОЧНОГО RUNERO CH

---

*Ключевые слова:* безопасность и надежность использования; кофейный автомат; технические характеристики; функциональность; *Runero CH*.

*Аннотация.* В данной статье представлено описание приемочных испытаний настольного кофейного автомата безрамочного *Runero CH*. Испытания проводятся для оценки соответствия автомата заявленным техническим характеристикам, а также для определения его производительности и надежности. В ходе испытаний были проведены функциональные тесты, визуальный осмотр. Цель проведения приемочных испытаний заключалась в проверке соответствия кофейного автомата заявленным техническим характеристикам, в оценке его функциональности, надежности и безопасности, а также в подтверждении готовности к эксплуатации в заданных условиях.

Гипотеза исследования состоит в том, что кофейный автомат соответствует заявленным характеристикам производителя и способен обеспечить стабильное приготовление кофе высокого качества при соблюдении правил эксплуатации.

Методы: проверка безопасности, проведение функциональных тестов, снятие аудита, охлаждение и слив бойлера, визуальный осмотр, гарантийная оклейка.

Достигнутые результаты: исправление замечаний и недостатков; совершенствование конструкции с помощью статистического анализа найденных дефектов и недостатков; соответствие заявленным техническим характеристикам; стабильность работы.

### Введение

Современные технологии, разработанные конструкторскими отделами разных компаний из разных стран, на сегодняшний день смогли позволить вендинговым автоматам в большинстве случаев быть автономными. Но вмешательство человека всегда необходимо даже для автономной работы оборудования, технического обслуживания, диагностики или же тестирования отдельных узлов.

Данное исследование актуально в связи с функциональными возможностями настольного кофейного автомата безрамочного *Runero CH*. При проведении функциональных и циклических тестов завод-изготовитель дает гарантию того, что его продукт может работать автономно, а его узлы как отдельно, так и в общей совокупности работают исправно [1]. Также при проведении испытаний можно узнать о более слабых сторонах всего автомата и модифицировать их, найти альтернативу или же, исходя из необходимости других функций, заменить их, добавить новые режимы торговли.

### Основная часть

Методика приемочных испытаний основана на техническом задании и соответствии сертификату безопасности Евразийского экономического союза в соответствии с требованиями ТР ЕАЭС 037/2016 «Об ограничении применения опасных веществ в изделиях электротехники и радиоэлектроники». Требования нельзя игнорировать, поскольку в кофейном автомате

постоянно находятся скоропортящиеся продукты, а также он регулярно взаимодействует с клиентом.

Обычно тестирование автомата начинают с проверки фазы, т.к. если на корпус кофеавтомата проведена фаза, то он может поразить током пользователя или проверяющего.

Фаза исследуется посредством переворачивания вилки на 180° и установки обратно в розетку, после данной манипуляции автомат также должен включиться, в противном случае следует отключить автомат от сети и записать замечание в сборочный лист [2].

Проверка блока коммутации заключается в сравнении предохранителей, для обычной версии безрамочного *Runero CH* все три предохранителя должны быть по 15 А, а в версии с системой «*Fresh Milk*» ставятся предохранители с номинальным током 20 А, при этом наклейка блока коммутации должна быть соответствующая.

Для дальнейшей проверки необходимо вставить специальный пластиковый ключ в концевик замка, если заявленная функция присутствует по сборочному листу в данной модели, в этой статье рассматривается проверка *Runero CH* без экрана *Touch*, с сенсорными кнопками выбора напитка. Таким образом, навигация по меню автомата осуществляется не с помощью нажатия на экран, а с помощью кнопок выбора напитка на планеграмме:

- кнопка № 2 – переход на один пункт меню вверх/выбор предыдущего параметра в режиме редактирования;
- кнопка № 7 – переход на один пункт меню вниз/выбор следующего параметра в режиме редактирования;
- кнопка № 8 – переход в подменю/переход вправо по редактируемому параметру;
- кнопка № 3 – вход в режим редактирования/выход из режима редактирования с подтверждением;
- кнопка № 1 – выход из режима редактирования с отменой внесенных изменений, выход из пункта меню или самого меню (запуск торгового режима автомата).

Для начала нужно зайти в меню «Техника», используя кнопки на задней стороне дверцы автомата, и перейти с помощью сенсорной клавиатуры в пункт меню 1.1.7.1, убедиться, что в графе «Дата оплаты» на экранчике стоят прочерки «-----». Данные прочерки означа-

ют, что автомат не заражен франчайзингом и его можно передать в свободное пользование покупателю.

Выйти из меню «Техника», несколько раз нажав кнопку № 1, до запуска торгового режима, на задней стенке двери зажать кнопку меню «оператора», с помощью клавиатуры дойти до пункта меню 2.8.1 и переписать в сборочный лист номер 19 платы из строки на экране «Серийный номер».

Переместиться в пункт меню 2.8.19 и переписать в сборочный лист номер 26 силовой платы из строки «С/Н кофе 1».

Выйти из меню оператора и переместиться в меню «Техника» с помощью кнопки на задней стороне дверцы и начать функциональные тесты.

Тест мотора продуктов: пролистать до меню 1.9.7.1.1 под названием «Продукт 1», убедиться, что пружина внутри контейнера сыпучих продуктов прокручивается снизу вверх. Повторить данную проверку для пункта 1.9.7.1.2 «Продукт 2» и 1.9.7.1.3 «Продукт 3».

Тест мотора миксеров начинается со снятия первого стакана миксера сыпучих продуктов, в начале необходимо убедиться в наличии крыльчатки на валу мотора миксера, а после из пункта 1.9.7.2.1 «Продукт 1» запустить мотор миксера. Убедиться, что запустился именно левый мотор и прокрутился против часовой стрелки. Повторить проверку для пункта меню 1.9.7.2.2 «Продукт 2». Собрать и поставить стакан миксера на место. Разобрать правый стакан миксера и убедиться, что крыльчатка установлена на валу мотора миксера, через пункт меню 1.9.7.2.3 «Продукт 3» запустить мотор миксера и удостовериться, что он крутится против часовой стрелки. Собрать и поставить стакан миксера на место, убедиться в надежном закреплении на месте обоих стаканов миксеров.

Для тестирования кофе-группы необходимо зайти в раздел меню 1.9.7.4.2 «Закрыть группу» и подтвердить действие. Кофе-группа должна закрыться и оставаться в закрытом положении.

Примечание: кофе-группа может сразу открыться после закрытия при наличии силовой или материнской платы со старой версией обновления.

Вернуться в раздел меню 1.9.7.4.1 «Открыть группу», кофе-группа должна открыться, встать в исходное положение. При движении группы не должно быть посторонних звуков

кроме работы мотора и лязганья металла.

Для теста кофемолки необходимо перейти в пункт меню 1.9.7.4.3 «Тест кофемолки» и запустить тест, кофемолка начнет работать в течение двух секунд. Во время работы не должны быть слышны стуки, скрежет и лязганье металла, только механический звук мотора кофемолки.

Тест датчиков на кофеавтомате с сенсорной клавиатурой производится с помощью пунктов меню, начинается с фотодатчика, который выполняет роль датчика стакана, если он стоит в заказе, пункт меню 1.9.7.12.5 «Фотодатчик», если в окне выдачи не стоит ничего, то он должен показать статус «Пустой», при перекрытии датчика или установке стакана статус фотодатчика должен поменяться на «Полный» и подсветка должна смениться с голубой на розовую (при стандартной настройке).

Перейти в меню разрядом выше 1.9.7.12.6 «Отходы», статус должен показываться как «Пустой», потянуть цепочку с поплавком вверх и убедиться, что статус изменился на «Полный».

Перейти в пункт меню 1.9.7.12.11 «Кофейные отходы», по стандарту должен быть статус «Установлен», если отодвинуть бункер для кофейных отходов, то статус изменится на «Отсутствует».

В данном исполнении автомата проверить работу датчика температуры бойлера можно через торговый режим, выйдя из меню «Техника».

Проверка датчика поплавковой камеры осуществляется с переходом в меню 1.9.7.12.9 «Возд. бачок», статус должен быть «Полный», но наклонять или менять положение датчика запрещается, т.к. это может переполнить бачок и автомат уйдет в ошибку, датчик при статусе «Полный» считается рабочим, потому что нейтральное положение у него «Пустой».

Перейти в пункт меню 1.9.7.16 «Тест клавиатуры», при подтверждении перехода в данное меню на экране появится таблица с чувствительностью клавиш, а снизу будет надпись «Кофе: НЕ НАЖАТА», при нажатии определенной клавиши в данном окне загорится ее цифра и у самой клавиши включится подсветка (пример «Кофе: 1», «Кофе: 2» и т.д.), если какая-нибудь из клавиш показывает неверную цифру или не загорается подсветка, то необходимо записать это в замечания и продолжить проверку автомата.

Тестирование модема производится, если в заказе есть установка модема заводом. Перед началом тестирования необходимо выключить питание автомата на блоке коммутации или из розетки. Дождаться полного отключения автомата и вставить проверочную сим-карту в гнездо за шторкой двери, удостовериться, что в модем подключена антенна через *MDB* разъем. Включить кофейник и зайти через кнопку «Техника» в пункт меню 1.5 «Модем», установить статус вместо «Нет» «Да», переместиться по меню выше в пункт 1.5.12 «Качество сигнала», после нескольких прочерков и запятой должна быть цифра  $16 \pm 4$ , если сигнал ниже, то необходимо удостовериться в исправной работе антенны, а если нет цифр сигнала, то модем считается неисправным и необходимо записать замечание.

После проведения функциональных тестов необходимо в сборочном листе поставить соответствующие метки под каждым проверенным пунктом, выйти из меню техники и с помощью кнопок на задней стенке двери перейти в «Тест». Нажать «Горячая вода» на планграмме сенсорного стекла два раза.

Примечание: одно нажатие = выбор напитка, второе нажатие = подтверждение выбора.

Убедиться, что вода потекла из патрубка горячей воды и на задней стенке автомата заработал вентилятор после покупки напитка. Нажать на «Горячий шоколад» два раза, убедиться, что вода течет из левого миксера и срабатывает мотор миксера на контейнере с наклейкой «Шоколад». Заказать «Ванильный капучино», убедиться, что вода течет из правого миксера и работает мотор третьего контейнера с надписью «Ваниль».

При приготовлении напитка подсветка стакана должна гореть красным, во время ожидания без стакана – синим, а при наличии стакана – розовым (фиолетовым). Также необходимо проверить наличие защитного стекла на подсветке визуальным или тактильным способом.

Засыпать половину 125 мл стакана кофе в бункер с кофе и заказать «Эспрессо», проверить комплексную работу кофемолки и кофе-группы, удостовериться, что кофе-группа не проливает воду мимо и при сжатии таблетки кофе ничего не льется и не капает в контейнер сухих отходов. По завершении приготовления взять стакан и удостовериться, что напиток похож на эспрессо: у него должен быть темный оттенок

и небольшая crema при стандартной настройке, дальнейшие настройки и калибровки будут проводиться уже заказчиком.

Зайти через меню оператора в пункт 2.1.1 «Показать ошибки», удостовериться в отсутствии активных ошибок. Чтобы посмотреть на маленьком экране все ошибки, необходимо листать весь пункт с помощью клавиши вниз до начала повторения ошибок. Зайти в пункт 2.1.2 «Сброс ошибок» и проверить сброс ошибок. Поставить отметку в сборочный лист «Сброс ошибок +».

Перед снятием аудита необходимо зайти в пункт меню 1.1.2 «Серийный номер» и с помощью сенсорной клавиатуры и кнопок вверх и вниз вбить серийный номер, напечатанный на сборочном листе. Подтвердить действие и дожидаться окончания инициализации. Вставить флешку в гнездо «USB MB» на задней стенке двери, на дисплее появится надпись «Сохранить аудит?», нажать кнопку «Подтвердить», дождаться окончания записи аудита на флешку и извлечь флешку.

После проведения всех функциональных тестов необходимо поставить соответствующие метки в сборочном листе о проведении приемочных испытаний на автомате [3].

Приступить к визуальному осмотру: он начинается с осмотра внешнего вида автомата, планограммы и шелкографии на стекле, при наличии сколов, царапин, трещин или сора на краске необходимо сообщить об этом своему непосредственному начальнику или инженеру по качеству, внести замечание в сборочный лист. Открыть дверь и осмотреть пластик и стальные детали на центральном устройстве, осмотреть чашки миксера и пластиковые контейнеры на повреждения и наличия наклеек «Молоко», «Шоколад», «Ваниль» или «Кокос» исходя из заказа клиента, также носики контейнеров должны быть направлены в миксеры. Удостовериться в наличии всех видимых метизов и в их закреплении. Заслонка кофе должна работать исправно и свободно фиксироваться в верхнем положении, воронка кофемолки должна стоять ровно над поршнем кофегруппы.

Если автомат без капучинатора и свежего молока, то на левой стенке у него должна быть заглушка вместо трубки молока. В бойлерном отсеке удостовериться в наличии предупреждающей наклейки, декоративной планки и пла-

стиковой окантовки. Проверить работоспособность замка бункера кофе и замка основной двери автомата.

Сравнить серийный номер, указанный на сборочном листе и на шильде автомата, также удостовериться в корректной надписи модельного ряда автомата, на шильде должен быть знак Евразийского таможенного союза. Проверить поддон на наличие решетки, также проверить плавность движения по полозьям.

Проверить вложения по списку, а именно:

- 1) ключ микропереключателя – 1 шт.;
- 2) заглушка штуцера забора воды – 1 шт.;
- 3) предохранитель 15A/250В – 2 шт.;
- 4) предохранитель 3A/250В – 1 шт.;
- 5) сетевой кабель – 1 шт. (подключен к аппарату);
- 6) кабель модема – 1 шт. (если нет модема);
- 7) шестигранный ключ – 1 шт.;
- 8) шлейф D200 – 1 шт.;
- 9) кабель питания D200 – 1 шт.

Поставить результаты проверки на соответствующие пункты в сборочном листе и приступить к оклейке гарантийных наклеек на определенных агрегатах автомата.

Гарантийная наклейка на задней панели клеится на штуцер забора воды, при ее срывании гарантия не пропадает.

Все остальные наклейки при срывании со своего места расположения снимают с гарантии автомат, а именно:

- 1) 026 силовая плата;
- 2) вентилятор на задней стенке;
- 3) помпа бойлера;
- 4) помпа забора воды;
- 5) кофемолка;
- 6) кофегруппа;
- 7) модем (если есть в заказе).

### Заключение

Приемочные испытания кофейного настольного аппарата безрамочного *Runero CH* проводятся ежедневно на каждом автомате с имитацией полноценной работы автомата. В ходе испытаний проверяются основные функциональные и эксплуатационные характеристики автомата, а также его соответствие заявленным нормативным документам.

Этапы приемочных работ включают в себя следующие шаги.

1. Проверка безопасности автомата, в которую входит проверка по фазе и блоку коммутации.

2. Функциональные тесты, в которых проверяются каждый узел отдельно и полностью в совокупности все узлы. Проверяются функциональность датчиков и большая часть элементов автомата, включая кофемолку, кофегруппу, миксеры сыпучих продуктов, помпу подачи воды, помпу бойлера и сам бойлер нагрева воды, также функционирование дисплея и сенсорной клавиатуры с выбором напитков.

3. Техническая часть: сброс ошибок, снятие аудита, охлаждение бойлера и слив воды с бойлера. Сброс ошибок необходим для исправного функционирования автомата и комфортной настройки под себя у заказчика. Снятие аудита необходимо для идентификации ошибок и настроек автомата, а также сверки серийных номеров самого кофееавтомата, платы управления 019 и силовой платы 026. Охлаждение бойлера и слив необходимы особенно при

долгом хранении в неотопляемых помещениях или при зимней транспортировке автоматов, без данной процедуры бойлер может разорваться из-за содержащейся в нем воды.

4. Визуальный осмотр: при осмотре автомата визуально проверяется соответствие внешнего вида с техническими условиями (ТУ), по которым производится автомат, а также проводится сравнительная работа с другими моделями данной линейки.

5. Гарантийная наклейка: уверяет заказчика, что производитель может произвести ремонт или гарантийную замену данного элемента в автомате.

Таким образом, можно сказать, что совокупность всех частей приемочных испытаний кофееавтомата *Runero CH* является необходимостью для повышения его качества сборки и качества приготовления напитка, с повышением качества и долгой безотказной работы можно развивать и совершенствовать модельный ряд, что позволит привлекать больше инвесторов и клиентов заводу-производителю.

### Список литературы

1. Сорокин, А.В. Управление качеством: Учебное пособие для студентов всех форм обучения направления подготовки «Менеджмент». Издание 2-е дополненное и исправленное: Рубцовский индустриальный институт / А.В. Сорокин. – Рубцовск, 2021. – 106 с.
2. Ванин, В.С. Диагностика, ремонт, монтаж, сервисное обслуживание оборудования / В.С. Ванин, В.А. Данилов. – Орел : ОрелГТУ, 2010. – 135 с.
3. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Изд. 4-е, перераб и доп. Кн. 1 / В.И. Анурьев. – М. : «Машиностроение», 1973. – 416 с.

### References

1. Sorokin, A.V. Upravleniye kachestvom: Uchebnoye posobiye dlya studentov vsekh form obucheniya napravleniya podgotovki «Menedzhment». Izdaniye 2-ye dopolnennoye i ispravlennoye: Rubtsovskiy industrial'nyy institut / A.V. Sorokin. – Rubtsovsk, 2021. – 106 s.
2. Vanin, V.S. Diagnostika, remont, montazh, servisnoye obsluzhivaniye oborudovaniya / V.S. Vanin, V.A. Danilov. – Orel : OrelGTU, 2010. – 135 s.
3. Anur'yev, V.I. Spravochnik konstruktora-mashinostroyitelya. Izd. 4-ye, pererab i dop. Kn. 1 / V.I. Anur'yev. – M. : «Mashinostroyeniye», 1973. – 416 s.

УДК 338.467.4:629

А.А. АГАПОВ-ИВАНОВ, О.В. ВОРОНКОВА  
ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический  
университет», г. Санкт-Петербург

## ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМОЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

*Ключевые слова:* общественный транспорт; транспортная инфраструктура; цифровые технологии.

*Аннотация.* В данной статье рассматриваются современные тенденции внедрения цифровых технологий в транспорт Санкт-Петербурга, их влияния на обеспечение мобильности и удобства для горожан. В работе анализируются электронные ресурсы, а также научные статьи других авторов. Основное внимание уделяется тому, как цифровизация общественного транспорта может улучшить жизнь крупного города в его непрерывной жизни и почему она является важной задачей для всех заинтересованных сторон, включая городские власти, транспортные компании и самих пассажиров. К задачам научной статьи относятся изучение литературы на выбранную тему, поиск электронных ресурсов с актуальной информацией. Методы достижения результатов представляют собой изучение проделанной работы по цифровизации транспортной инфраструктуры города. В результате это исследование позволит выявить ключевые аспекты внедрения цифровых технологий в транспортную инфраструктуру Санкт-Петербурга, а также показать их значимость и преимущество в условиях современного мегаполиса.

Общественный транспорт играет ключевую роль в жизни крупных городов, обеспечивая быстрое и удобное передвижение миллионов людей. Санкт-Петербург, как один из крупнейших мегаполисов России, сталкивается с рядом вызовов в сфере транспортной инфраструктуры, включая увеличение пассажиропотока, необходимость оптимизации расходов

и внимания к вопросам экологии. В условиях динамично растущего города внедрение цифровых технологий становится необходимым шагом к модернизации транспортной системы.

Цифровизация общественного транспорта позволяет не только повысить его эффективность, но и улучшить качество услуг, предоставляемых пассажирам. Технологии, такие как системы мониторинга и управления движением, мобильные приложения для информирования о поездках, а также автоматизированные системы оплаты проезда, открывают новые возможности для оптимизации маршрутов, сокращения времени ожидания и повышения безопасности.

Для начала стоит отметить, что Петербург сегодня является одним из самых технологически развитых городов в России не только в плане общественного транспорта и пассажирских перевозок, но и в целом по качеству и уровню жизни. Конечно же, немаловажную роль для жителей города сыграло внедрение информационных технологий в общественный транспорт.

В первую очередь на новый уровень обслуживания пассажиров Петербург выводит оснащение всего наземного транспорта устройствами электронной оплаты проезда, внедрение оборудования для приема любой безналичной оплаты (льготные бесконтактные смарт-карты (БСК), система карт «Подорожник», банковские карты, проездной билет «Единая карта петербуржца»), круглосуточное видеонаблюдение салона транспорта, а также навигационную систему, позволяющую следить за транспортом в реальном времени, отслеживать, когда транспорт прибывает на остановку. Более чем 5 000 автобусов, 1 500 трамваев и



троллейбусов оборудованы специальными валидаторами, которые позволяют использовать функцию отложенного платежа [1]. К концу 2024 г. также разработано специальное приложение, которое позволит петербуржцам оплачивать проезд виртуально. Сейчас приложение работает на нескольких маршрутах в тестовом режиме. Данная инновация позволит упростить перемещение по городу с использованием общественного транспорта за счет отсутствия необходимости обращения в кассу или активации платежа [2]. Статистика показывает, что 98 % пассажиров наземного транспорта оплачивают проезд электронным образом. Также рассматривается возможность участия Санкт-Петербурга в программе «*Open loop*», суть которой заключается в оплате проезда на основании данных геолокации.

В Санкт-Петербурге транспортные компании запустили трамвай, в управлении которым помогает искусственный интеллект. Такой трамвай помогает водителю в управлении, следит за обстановкой на дороге и реагирует на нештатные ситуации. Трамвайный парк Санкт-Петербурга насчитывает около 250 таких трамваев. В скором времени трамваи с искусственным интеллектом запустят по улицам города с удаленным оператором и бортпроводником, хотя возить пассажиров и делать плавные остановки трамваи могут уже сегодня. Необходимо подготовить к беспилотным поездкам городскую инфраструктуру и обучить удаленных операторов взаимодействию с электронными системами искусственного интеллекта трамваев. Также на многих трамвайных маршрутах Петербурга уже введен электронный путевой лист. Это электронный аналог бумажного путевого листа, который позволяет следить за трамваем, его маршрутом, его водителем.

Петербургский метрополитен имеет пять веток и 73 станции. В настоящий момент этот вид транспорта позволяет быстрее всего добраться из одной части города в другую. Контроль за безопасностью метрополитена обеспечивают рамки металлодетекторы, рентгеновские аппараты проверки багажа и видеокамеры. Кассы метрополитена продлевают, пополняют, оформляют различные системы бесконтактной оплаты проезда и продают жетоны. На всех станциях турникеты оснащены

валидаторами для считывания любых способов электронной оплаты, а также системой приема жетонов. Навигационная система Петербургского метро проста и лаконична, что делает ее понятной и удобной для всех туристов города. Сотрудники метрополитена постоянно следят за обслуживанием вагонов поездов (как новых, так и старых) [3].

К осени 2025 г. в Петербурге планируют ввести полную биометрию лица в метрополитене. Соглашения с банками было подписано в 2024 г. на Петербургском экономическом форуме [4]. Считывание биометрической информации в первую очередь создано для улучшения безопасности метрополитена и проверки подлинности БСК льготных пассажиров. Опция оплаты разовых поездок с помощью биометрии также будет присутствовать, но власти города все же отмечают, что система больше нужна для проверки, а не для оплаты разовых пассажирских поездок.

Стоит отметить, что на сегодняшний день в Санкт-Петербурге очень развита и популярна услуга такси, хотя это и не общественный транспорт. Различные сервисы предлагают за небольшие деньги добраться в любую точку на карте, сервисы оснащены подачей машины в любое место, водители обладают системой рейтинга, оплата производится наличным или безналичным расчетом. Среднее время подачи машины 5–10 минут, что в условиях большого мегаполиса крайне удобно и дает жителям города высокотехнологичную альтернативу общественному транспорту.

Подводя итоги, с уверенностью можно сказать, что на сегодняшний день Санкт-Петербург имеет передовое оборудование и технологии в области общественного транспорта. Транспортная инфраструктура большого мегаполиса обладает всеми удобствами и цифровым оснащением как в наземном транспорте, так и в метрополитене. Жителям города предоставлены максимальные удобства и большое количество способов для оплаты проезда. Благодаря своевременному принятию решений о цифровизации общественного транспорта в настоящий момент Санкт-Петербург можно считать передовым городом в плане внедрения цифровых технологий в транспортную инфраструктуру, что дает остальным городам России стимул следовать примеру Северной столицы.

**Список литературы**

1. Валидаторы с функцией активации отложенного пополнения «Подорожника» доступны во всем общественном транспорте // Организатор перевозок [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://orgp.spb.ru>.
2. Электронный «Подорожник» для оплаты телефоном будет запущен в Петербурге до конца 2024 г.: // Новости Северо-Запада [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.interfax-russia.ru>.
3. Почему петербургское метро лучше московского. Пять преимуществ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.livejournal.com>.
4. Петербургский международный экономический форум 2024 (ПМЭФ-2024) – «Основа многополярного мира – формирование новых точек роста».
5. В Санкт-Петербурге внедряются цифровые транспортные системы – Александр Абрамов // Новости Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://spbit.ru>.

**References**

1. Validatory s funktsiyey aktivatsii otlozhennogo popolneniya «Podorozhnika» dostupny vo vsem obshchestvennom transporte // Organizator perevozk [Electronic resource]. – Access mode : <https://orgp.spb.ru>.
2. Elektronnyy «Podorozhnik» dlya oplaty telefonom budet zapushchen v Peterburge do kontsa 2024 g.: // Novosti Severo-Zapada [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.interfax-russia.ru>.
3. Pochemu peterburgskoye metro luchshe moskovskogo. Pyat' preimushchestv [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.livejournal.com>.
4. Peterburgskiy mezhdunarodnyy ekonomicheskiy forum 2024 (PMEF-2024) – «Osnova mnogopolyarnogo mira – formirovaniye novykh toчек rosta».
5. V Sankt-Peterburge vnedryayutsya tsifrovyye transportnyye sistemy – Aleksandr Abramov // Novosti Sankt-Peterburga [Electronic resource]. – Access mode : <https://spbit.ru>.

---

© А.А. Агапов-Иванов, О.В. Воронкова, 2025

УДК 519.651

М.М. РОМАДАНОВА

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ НА ФОРМУ В-СПЛАЙНА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ПРИБЛИЖЕНИЙ С ОЦЕНКОЙ, ЭКВИВАЛЕНТНОЙ МЕТОДУ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ

*Ключевые слова:* аппроксимация; метод последовательных приближений; метод наименьших квадратов; точки контрольного полигона; узловый вектор;  $B$ -сплайн.

*Аннотация.* В представленной работе рассматривается аппроксимация  $B$ -сплайнами – одним из методов последовательных приближений, который позволяет получить оценку, эквивалентную методу наименьших квадратов. При построении  $B$ -сплайна есть три параметра, которые связаны между собой определенным соотношением и которые можно варьировать. Это количество точек контрольного полигона, степень  $B$ -сплайна и количество точек узлового вектора. Изменяя эти параметры, можно получить различные формы  $B$ -сплайна. В данной работе сначала описывается метод последовательных приближений. Затем этот метод применяется для построения  $B$ -сплайна при исследовании влияния различных комбинаций параметров на форму  $B$ -сплайна.

### Введение

Во многих прикладных задачах появляется задача построения сплайнов, например, при моделировании геофизических процессов [1–2]. Сплайном является непрерывная кусочно-заданная функция, каждый сегмент которой представляется алгебраическим полиномом и строится по контрольным точкам [3]. Но часто возникает и обратная задача: когда даны

точки и необходимо построить сплайн, проходящий через заданные точки, и одновременно определить точки контрольного полигона. Для решения такой задачи были разработаны различные методы последовательных приближений [4–6]. Метод последовательных приближений, предложенный в работах [4–5], достаточно простой в реализации. Но он имеет недостаток, заключающийся в том, что количество заданных точек, через которые пройдет  $B$ -сплайн, будет равно количеству точек контрольного полигона. Если изначально задано большое количество точек, то нецелесообразно проводить  $B$ -сплайн через все точки и создавать большой контрольный полигон. Для решения такой задачи в работе [6] был предложен улучшенный метод последовательных приближений. Он позволяет выбрать из первоначального набора точек некоторое количество узлов и построить  $B$ -сплайн только через них. При этом данный метод дает оценку, сопоставимую с оценкой, полученной по методу наименьших квадратов. В представленной статье для построения  $B$ -сплайнов будет использоваться как раз этот метод.

При построении  $B$ -сплайна на его форму могут оказывать влияние три параметра: количество точек контрольного полигона, степень  $B$ -сплайна и количество точек узлового вектора. В работе [7] автором статьи исследовалось влияние выбора узлового вектора на форму  $B$ -сплайна при его построении с помощью метода последовательных приближений [4–5]. В данной статье для построения  $B$ -сплайна уже будет использоваться метод последовательных приближений с оценкой, эквивалентной методу наименьших квадратов, и будет по-

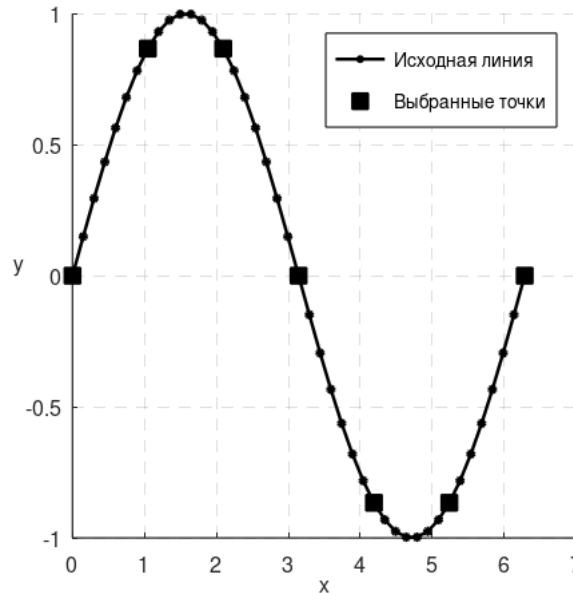


Рис. 1. Исходная линия и выбранные точки

казано влияние изменения трех параметров на форму сплайна.

**Постановка задачи**

С математической точки зрения *B*-сплайн задается тремя параметрами: точками контрольного полигона  $P_i$ , степенью  $p$  и узловым вектором  $[u_0, \dots, u_q]$ :

$$P(t) = \sum_{i=0}^n B_{i,p}(t) P_i,$$

где  $B_{i,p}(t)$  – базисные функции степени  $p$ , определенные на векторе узловых точек и определяемые с помощью рекурсивных формул Кокса – де Бура.

**Метод последовательных приближений, использующий оценку, эквивалентную методу наименьших квадратов**

Рассмотрим метод последовательных приближений, использующий оценку, эквивалентную методу наименьших квадратов.

Предположим, что  $\{Q_j\}_{j=0}^m$  – множество точек, которое необходимо аппроксимировать с помощью *B*-сплайна. Данным точкам соответствуют значения параметра  $0 = t_0 < t_1 < \dots < t_m = 1$ . В начале из данного множества точек произ-

вольно выбираем набор точек  $\{P_i^0\}_{i=0}^n$ , которые будем использовать в качестве начального приближения для точек контрольного полигона. И построим начальное приближение кривой:

$$P^0(t) = \sum_{i=0}^n B_i(t) P_i^0, t \in [t_0, t_m],$$

где  $B_i(t)$  –  $i$ -ая базисная функция степени  $p$ . Из базисных функций, вычисленных при значениях параметра  $\{0 = t_0 < t_1 < \dots < t_m = 1\}$ , можно составить следующую матрицу размера  $(m+1) \times (n+1)$ :

$$A = \begin{bmatrix} B_0(t_0) & B_1(t_0) & \dots & B_n(t_0) \\ B_0(t_1) & B_1(t_1) & \dots & B_n(t_1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ B_0(t_m) & B_1(t_m) & \dots & B_n(t_m) \end{bmatrix}.$$

Вычислим на нулевом приближении вектор

$$\delta_j^0 = Q_j - P^0(t_j), j = 0, 1, \dots, m$$

и определим

$$\Delta_i^0 = \mu \sum_{j=0}^m B_i(t_j) \delta_j^0,$$

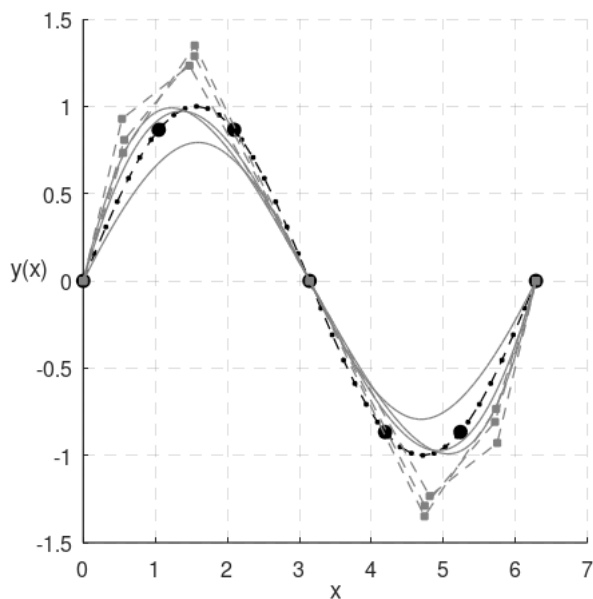


Рис. 2(а). Первые три итерации для первого примера

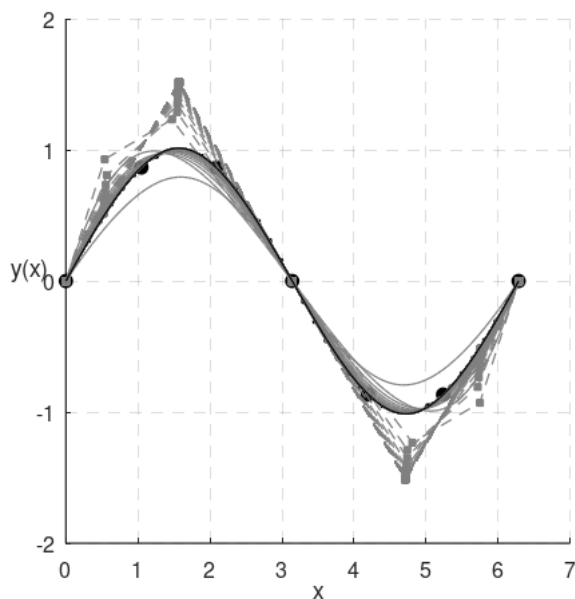


Рис. 2(б). Все полученные итерации для первого примера

где  $\mu$  – константа, удовлетворяющая условию

$$0 < \mu < \frac{2}{\lambda_0}$$

Может быть показано [6], что наибольшая скорость сходимости итерационного метода достигается при выборе

$$\mu = \frac{2}{\lambda_0 + \lambda_n},$$

где  $\lambda_0$  и  $\lambda_n$  – самое большое и самое маленькое собственные числа матрицы  $A^T A$ . Контрольные точки на первой итерации определяются как

$$P_i^1 = P_i^0 + \Delta_i^0, i = 0, 1, \dots, n$$

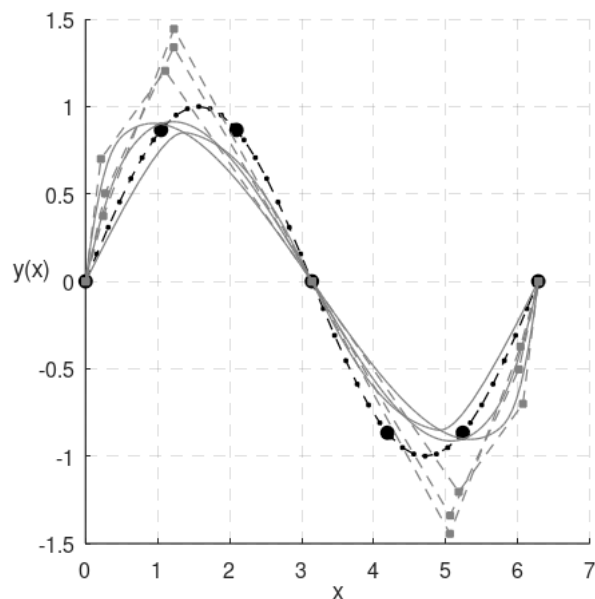


Рис. 3(а). Первые три итерации для второго примера

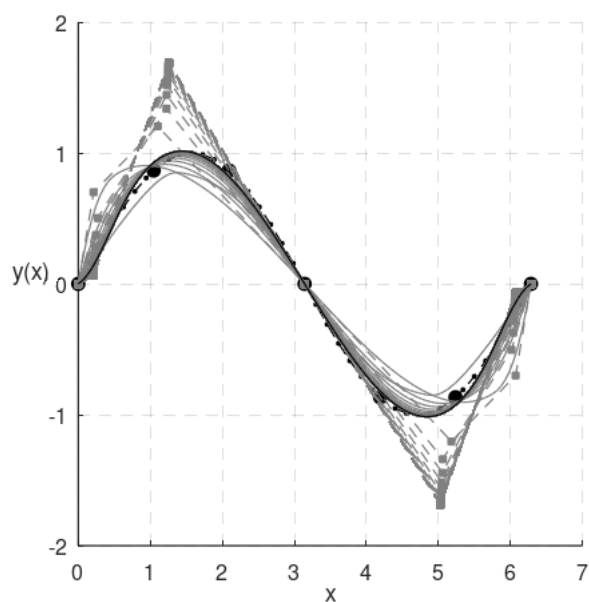


Рис. 3(б). Все полученные итерации для второго примера

и соответствующая кривая

$$P^1(t) = \sum_{i=0}^n B_i(t) P_i^1.$$

Далее аналогично: допустим, у нас построен  $B$ -сплайн на  $k$ -ом шаге итерации  $P^k(t)$ .

Для того чтобы задать его на следующем  $k + 1$  шаге, определим:

$$\delta_j^k = Q_j - P^k(t_j), \quad j = 0, 1, \dots, m;$$

$$\Delta_i^k = \mu \sum_{j=0}^m B_i(t_j) \delta_j^k, \quad i = 0, 1, \dots, n;$$

$$P_i^{k+1} = P_i^k + \Delta_i^k, \quad i = 0, 1, \dots, n$$

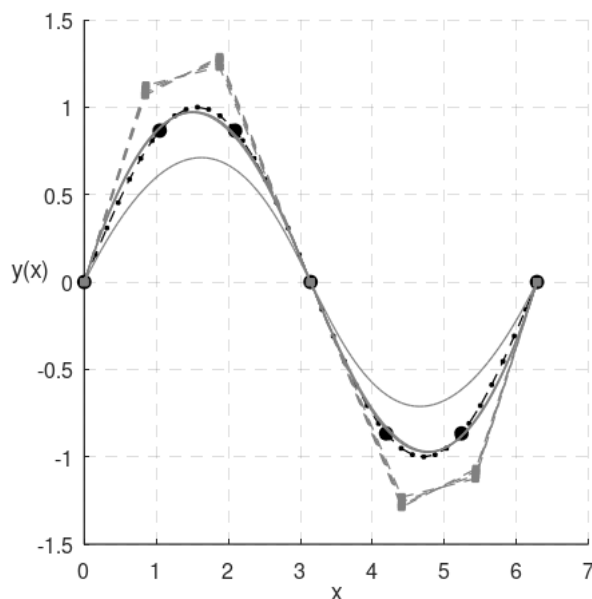


Рис. 4(а). Первые три итерации для третьего примера

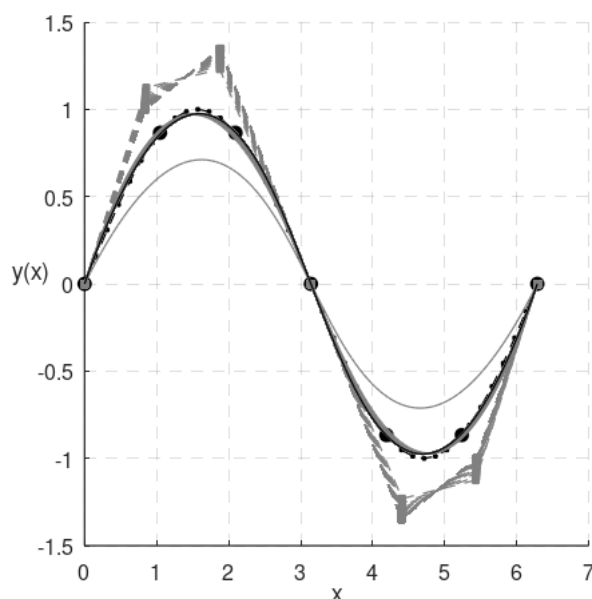


Рис. 4(б). Все полученные итерации для третьего примера

и построим

$$P^{k+1}(t) = \sum_{i=0}^n B_i(t) P_i^{k+1}.$$

Таким образом,  $\{P^k(t)\}_{k=0}^{\infty}$  будет построена последовательность сплайнов.

В дополнение к этому алгоритму, если рассматривается построение закрытого

$B$ -сплайна, который проходит через нулевую и последнюю точки, необходимо добавить еще одно условие, что на нулевой итерации  $P_0^0 = Q_0$ ,  $P_n^0 = Q_m$  и  $P_0^{k+1} = P_0^k$ ,  $P_n^{k+1} = P_n^k$ .

Можно показать [6], что построенная таким образом последовательность  $B$ -сплайнов будет давать оценку, эквивалентную оценке, полученной при аппроксимации методом наименьших квадратов.

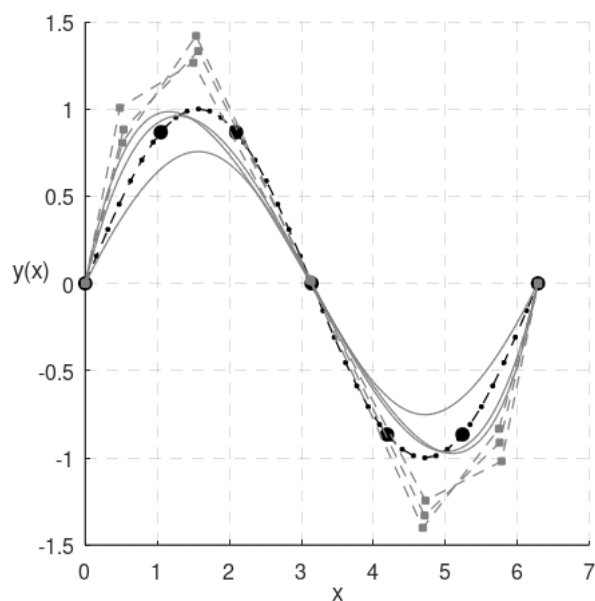


Рис. 5(а). Первые три итерации для четвертого примера

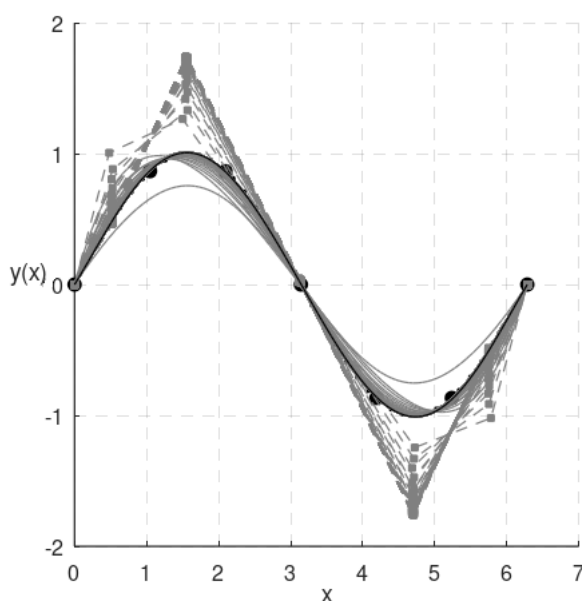


Рис. 5(б). Все полученные итерации для четвертого примера

#### Анализ влияния изменения различных параметров на форму $B$ -сплайна

Для численного примера рассмотрим функцию  $y = \sin(x)$ ,  $0 \leq x \leq 2\pi$ , возьмем на ней  $m + 1 = 43$  точки. По этим точкам построим  $B$ -сплайн с помощью предложенного алгоритма и рассмотрим, как изменение различных параметров влияет на его форму. Из взятых  $m + 1$

точки выберем  $n + 1$  точку, которую будем использовать в качестве начального приближения для точек контрольного полигона, и применим рассмотренный алгоритм. При построении  $B$ -сплайна есть три параметра, которые можно варьировать, – это количество точек контрольного полигона  $n + 1$ , степень сплайна  $p$  и узловой вектор  $U = [u_0, u_1, \dots, u_q]$ . Данные три параметра связаны между собой соотношением:



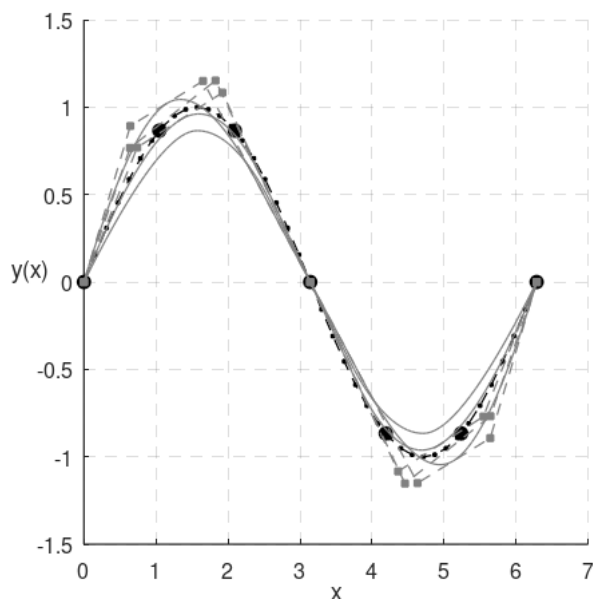


Рис. 6(а). Первые три итерации для пятого примера

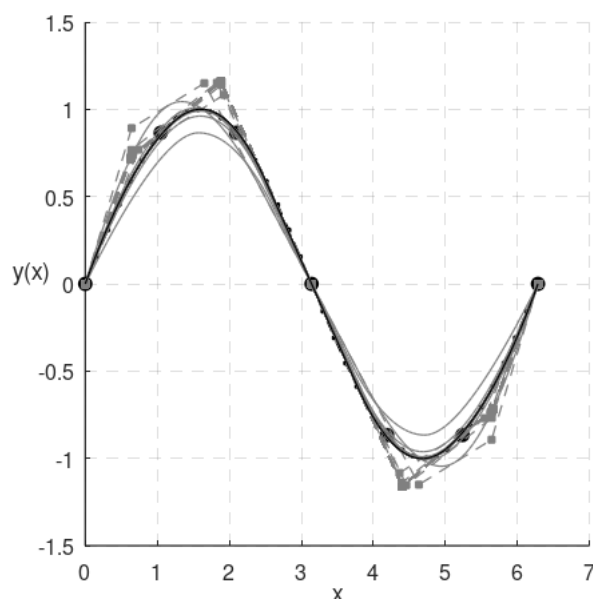


Рис. 6(б). Все полученные итерации для пятого примера

$$(n+1) + p + 1 = q + 1 \Rightarrow n + p + 1 = q. (*)$$

Также, если рассматривается построение закрытого  $B$ -сплайна, где необходимо, чтобы сплайн проходил через нулевую и последнюю точки, в узловом векторе первое  $p + 1$  значение должно быть равно нулю и последнее  $p + 1$  значение должно быть равно единице.

Для первого примера выберем равномер-

но из всего множества  $m + 1$  точек только семь точек с индексами 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42. Исходная линия и выбранные точки показаны на рис. 1.

Построим  $B$ -сплайн степени  $p = 3$ . В этом случае узловый вектор должен содержать  $7 + 3 + 1 = 11$  значений. Так как будет построен закрытый сплайн степени 3, то первые и последние четыре значения узлового векто-

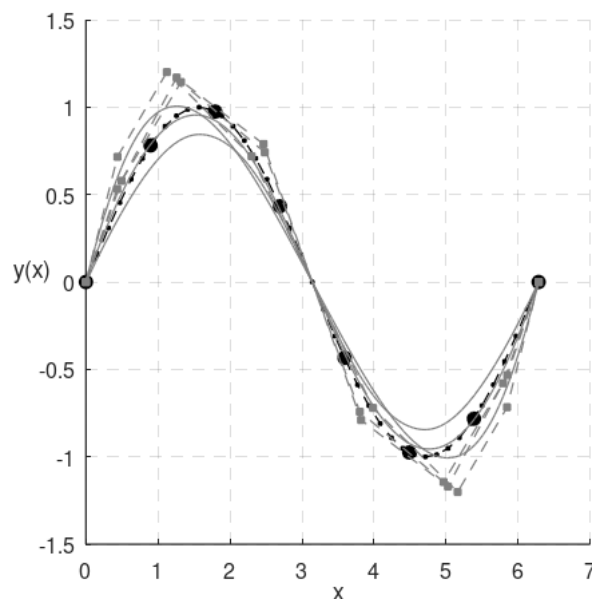


Рис. 7(а). Первые три итерации для шестого примера

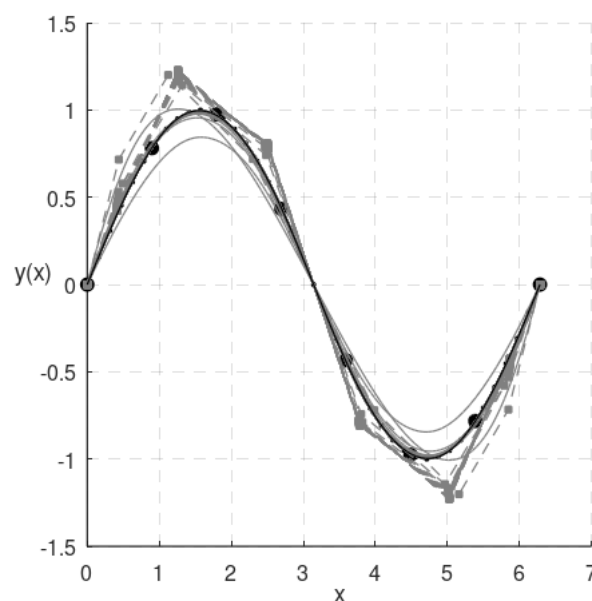


Рис. 7(б). Все полученные итерации для шестого примера

ра должны быть равны нулю и единице соответственно. Средние три значения возьмем равномерно:  $U = [0, 0, 0, 0, 0,25, 0,5, 0,75, 1, 1, 1, 1]$ . На рис. 2(а) показаны исходные точки и первые три шага итерационного процесса. На рис. 2(б) сплошной линией показаны построенные на каждом шаге итерации  $B$ -сплайны, квадратные маркеры и пунктирная линия – сходящаяся последовательность точек кон-

трольного полигона.

Для следующих двух примеров оставим также семь точек и степень  $B$ -сплайна, равную трем, но возьмем узловые векторы, распределенные неравномерно:  $U = [0, 0, 0, 0, 0,1, 0,5, 0,9, 1, 1, 1, 1]$  и  $U = [0, 0, 0, 0, 0,4, 0,5, 0,6, 1, 1, 1, 1]$ . Результаты моделирования показаны аналогично на рис. 3(а), 3(б) и 4(а), 4(б) соответственно.

Сравнивая рис. 2–4, видим, что различный выбор узлового вектора значительно влияет на полученные в итоге точки контрольного полигона. Различными также получаются формы  $B$ -сплайна. Особенно это заметно на рис. 3(а) и 3(б), что полученная в итоге форма сплайна отклоняется к нулевой и последней точкам.

Для следующих примеров изменим степень сплайна. Так как параметры  $B$ -сплайна связаны уравнением (\*), то изменение степени сплайна также повлияет на выбор узлового вектора. Сначала увеличим степень  $B$ -сплайна до  $p = 4$ . Тогда при семи исходных точках узловой вектор должен будет содержать  $7 + 4 + 1 = 12$  значений. При этом первые и последние  $p + 1 = 5$  значений будут равны нулю и единице соответственно. Таким образом, для четвертого примера возьмем узловой вектор в виде  $U = [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 33, 0, 66, 1, 1, 1, 1, 1]$ . Результаты моделирования показаны на рис. 5(а) и 5(б).

Для пятого примера уменьшим степень сплайна до  $p = 2$ . Тогда узловой вектор можно взять состоящим из десяти элементов:  $U = [0, 0, 0, 0, 2, 0, 4, 0, 6, 0, 8, 1, 1, 1]$ . Результаты моделирования сплайна для этого случая представлены на рис. 6(а) и 6(б).

Для последнего (шестого) примера снова рассмотрим построение кубического  $p = 3$   $B$ -сплайна, но в этом случае увеличим количество точек контрольного полигона до восьми. Из первоначального набора  $m + 1$  точек выберем точки с индексами 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42. В данном примере узловой вектор можно взять в виде  $U = [0, 0, 0, 0, 0, 0, 2, 0, 4, 0, 6, 0, 8, 1,$

$1, 1, 1]$ . Полученная последовательность сплайнов и точек контрольного полигона показана на рис. 7(а) и 7(б).

### Заключение

В данной работе требуемая точность при реализации итерационного метода была установлена  $\varepsilon = 10^{-3}$ . Так как для достижения этой точности требовалось достаточно большое количество итераций, то для каждого из рассмотренных примеров было показано два рисунка. На первом рисунке (а) показаны первые три итерации, на втором (б) – все необходимые итерации. Для примера была взята кривая  $y = \sin(x)$ , и на рисунках видно, что даже при различных параметрах полученная результирующая кривая достаточно близко проходит через выбранные точки и аппроксимирует заданную функцию. По первым трем примерам можно заметить, что выбор различного узлового вектора существенно влияет на получившуюся форму контрольного полигона. Четвертый и пятый пример также показывают, что изменение степени  $B$ -сплайна может влиять как на саму форму сплайна, так и на форму контрольного полигона. В последнем (шестом) примере увеличено количество точек, через которое должен пройти  $B$ -сплайн, т.е. количество точек контрольного полигона. Выбранное количество точек в итоге влияет и на выбор других параметров. Очевидно, что это также будет оказывать влияние на форму результирующего сплайна и контрольного полигона.

### Список литературы

1. Мовсесова, Л.В. Моделирование пограничного слоя атмосферы в программном комплексе Ansys Fluent / Л.В. Мовсесова // Наука и бизнес: пути развития. – 2024. – № 2(152). – С. 22–27.
2. Ромаданова, М.М. Методы обработки экспериментальных данных при моделировании геофизических процессов / М.М. Ромаданова, Б.Г. Вагер // Системы. Методы. Технологии. – 2018. – № 2(38). – С. 70–75.
3. Задорожный, А.Г. Построение сплайнов с использованием библиотеки OpenGL / А.Г. Задорожный, Д.С. Киселев. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. – 88 с.
4. Delgado, J. Progressive iterative approximation and bases with the fastest convergence rates / J. Delgado, J.M. Peña // Computer Aided Geometric Design. – 2007. – No. 24. – P. 10–18.
5. Lu, L. Weighted progressive iteration approximation and convergence analysis / L. Lu // Computer Aided Geometric Design. – 2010. – No. 27. – P. 129–137.
6. Deng, Ch. Progressive and iterative approximation for least squares B-spline curve and surface fitting / Ch. Deng, H. Lin // Computer Aided Design. – 2014. – № 47. – P. 32–44.
7. Ромаданова, М.М. О влиянии выбора узлового вектора при построении  $B$ -сплайнов методом последовательных приближений / М.М. Ромаданова // Математическое и компьютерное моделирование : сборник материалов X Международной научной конференции (Омск, 10 февраля

2023 г.). – Омск : Издательство Омского государственного университета, 2023. – С. 60–62.

### References

1. Movsesova, L.V. Modelirovaniye pogranichnogo sloya atmosfery v programmnom komplekse Ansys Fluent / L.V. Movsesova // *Nauka i biznes: puti razvitiya*. – 2024. – № 2(152). – S. 22–27.
2. Romadanova, M.M. Metody obrabotki eksperimental'nykh dannykh pri modelirovanii geofizicheskikh protsessov / M.M. Romadanova, B.G. Vager // *Sistemy. Metody. Tekhnologii*. – 2018. – № 2(38). – S. 70–75.
3. Zadorozhnyy, A.G. Postroyeniye splaynov s ispol'zovaniyem biblioteki OpenGL / A.G. Zadorozhnyy, D.S. Kiselev. – Novosibirsk : Izd-vo NGTU, 2019. – 88 s.
7. Romadanova. M.M. O vliyaniy vybora uzlovogo vektora pri postroyenii B-splaynov metodom posledovatel'nykh priblizheniy / M.M. Romadanova // *Matematicheskoye i komp'yuternoye modelirovaniye : sbornik materialov X Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii (Omsk, 10 fevralya 2023 g.)*. – Омск : Izdatel'stvo Omskogo gosudarstvennogo universiteta, 2023. – S. 60–62.

---

© М.М. Ромаданова, 2025

УДК 60

*Э.Ш. ШАМСУВАЛЕЕВА, А.В. БОБРОВ**ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет физической культуры спорта и туризма», г. Казань;**ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», г. Москва*

## **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИНСОМНИИ У ЛЮДЕЙ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА**

*Ключевые слова:* бессонница; Индекс тяжести бессонницы; инсомния; нарушения сна; сон.

*Аннотация.* Целью данной работы является изучение аспектов инсомнии у людей молодого возраста. Задачи исследования: выявить аспекты инсомнии у людей молодого возраста, а также определить стимуляцию контроля сна, выявить, какие факторы препятствуют контролю стимуляции сна. Методы исследования основаны на анализе литературы и анкетировании по вопросам изучения бессонницы, с определением Индекса тяжести бессонницы в среде людей от 18 до 45 лет, а также анализ наличия контроля стимуляции сна в зависимости от пола и возраста респондентов. Гипотеза исследования заключается в понимании аспектов инсомнии у людей молодого возраста. Ввиду потенциальных рисков, связанных с самолечением бессонницы, в том числе с возникновением нежелательных побочных эффектов, возникает острая потребность в количественной оценке числа лиц, страдающих этим расстройством. Наше исследование наглядно показывает необходимость формирования мотивации к контролю стимуляции сна, связанную с высокой распространенностью бессонницы различной степени тяжести.

---

### **Актуальность**

По разным данным бессонницей на Земле страдает от 28 до 45 % населения ряда стран. По данным за 2023 г. в России эта цифра также приближается к 45 % (чаще это жители больших городов) [2].

Врачи различных специальностей, от те-

рапевтов до психиатров, сталкиваются с проблемой расстройства сна у своих пациентов. Перед медиками остро стоит вопрос того, насколько серьезно воспринимать жалобы пациента на бессонницу, нарушения засыпания, ночные пробуждения или дневную сонливость. Нарушения сна – это не просто неприятные ощущения в течение дня, они оказывают избыточное воздействие на организм, затрагивая практически все его системы.

Значимое сокращение сна отрицательно сказывается и на физическом, и на психическом здоровье человека. Современные исследования активно изучают механизмы влияния сна на здоровье: связи нарушения сна со снижением когнитивных функций, ухудшением настроения, повышением восприимчивости к различным заболеваниям [3; 4; 7]. Внимательное отношение врача к жалобам пациента на проблемы со сном является не элементарным проявлением заботы, а залогом успешного лечения многих заболеваний и улучшением качества жизни пациента в целом.

Существует мнение, что инсомнию не следует считать патологией – нужно рассматривать ее как следствие естественного процесса старения и неизбежность [2]. Одновременно с этим существуют прямо противоположные мнения о том, что не возраст является фактором возникновения бессонницы, а низкие физическая и социальная активности, сопутствующие заболеванию, в том числе психические расстройства [5].

В любом случае бессонница – это сложная проблема. Она может возникнуть как симптом другого заболевания, но со временем приобрести самостоятельный характер, сохраняясь даже после успешного лечения первопричины, в частности депрессии. Также бессонница сама по себе может усугублять первичное заболева-

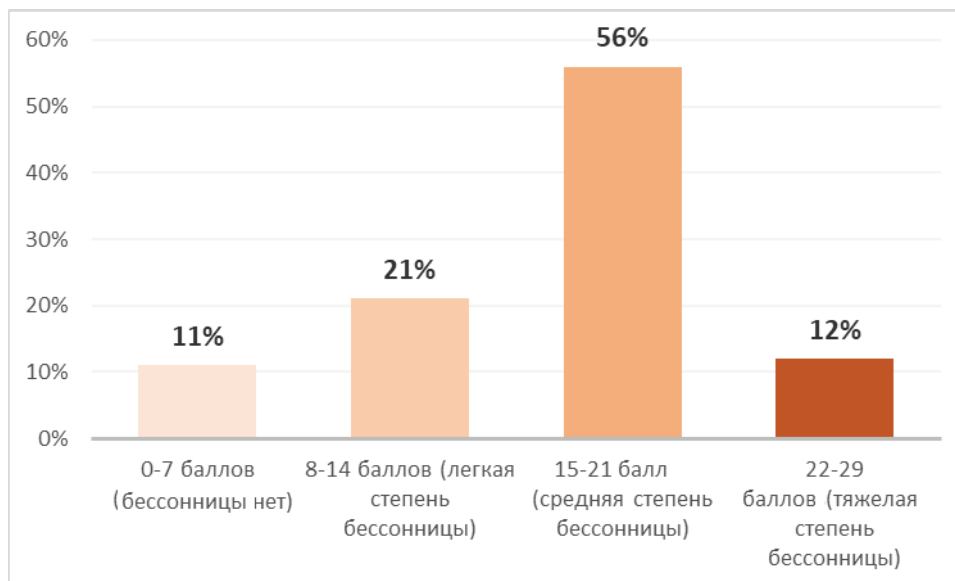


Рис. 1. Субъективная оценка Индекса тяжести бессонницы

ние, создавая порочный круг.

Бессонница, или инсомния, может быть кратковременной и длительной: продолжаться от нескольких дней или недель до нескольких месяцев, а иногда и лет. Она обычно сопровождается дневной сонливостью, потерей энергии, чрезмерной раздражительностью, подавленным настроением. Все эти симптомы вместе взятые имеют влияние на различные важнейшие сферы деятельности человека, в частности из самого обыденного – возникновение высокого риска дорожно-транспортных происшествий (ДТП) [1].

Ввиду потенциальных рисков, связанных с самолечением бессонницы, в том числе с возникновением нежелательных побочных эффектов, возникает острая потребность в количественной оценке числа лиц, страдающих этим расстройством.

Целью настоящего исследования являются изучение и статистический анализ распространенности бессонницы среди респондентов и оценки соблюдения ими рекомендаций по контролю стимуляции сна.

#### Методы и организация исследования

В исследовании приняло участие 1 196 респондентов в возрасте от 18 до 45 лет, из которых 55 % мужчины и 45 % женщины.

В первом тесте испытуемым предлагалось ответить на семь вопросов анкеты для опреде-

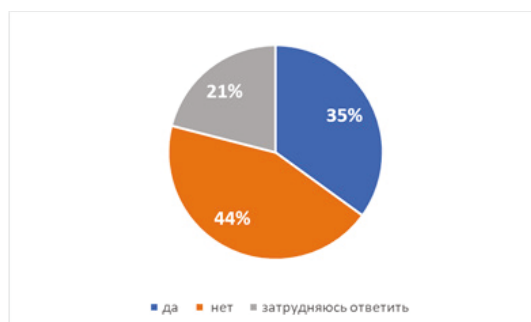
ления Индекса тяжести бессонницы (ISD) [6]. Анкета позволяет проанализировать субъективное восприятие людьми собственного сна. Вопросы анкеты имеют отношение к трудностям засыпания и поддержания сна, пробуждения ото сна и удовлетворенности его качеством, возможной связи жалоб на бессонницу с особенностями повседневного поведения. Для интерпретации результатов индекса тяжести бессонницы использовалась следующая шкала:

- 0–7 баллов – значимой бессонницы нет;
- 8–14 баллов – легкая степень бессонницы (бессонница редка);
- 15–21 балл – бессонница средней тяжести (каждую неделю);
- 22–29 баллов – тяжелая степень бессонницы (каждую ночь).

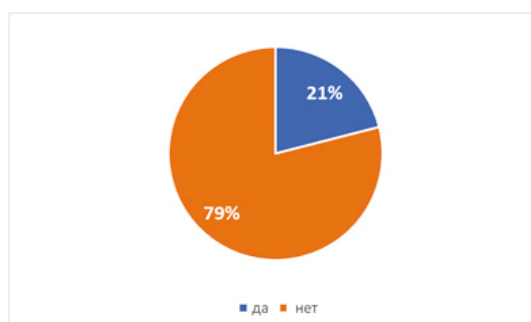
Для второго теста была разработана анкета для выявления контроля стимуляции сна, а именно – корреляций между местом для сна (спальня, кровать) и самим процессом засыпания.

#### Результаты исследования и их обсуждения

В процессе исследования респонденты должны были проанализировать свой сон, рассматривая несколько его аспектов, в частности: оценка засыпания в минутах; частота ночных пробуждений; длительность бодрствования во время пробуждений; присутствие ранних ут-



**Рис. 2.** Распределение ответов в % соотношении на вопрос «Ложитесь ли Вы в постель только при появлении сонливости (а не просто усталости)»



**Рис. 3.** Распределение ответов в % соотношении на вопрос «Исключаете ли Вы активность в постели более 20 минут, не связанную со сном (или сексом)»

ренных пробуждений, вызывающих нежелательное сокращение сна и дальнейшие проблемы бодрствования в течение дня; наличие возможности выспаться за неограниченное кем-либо, кроме себя, количество времени; частота возникновения проблемы со сном в недельном обзоре; наличие факторов провокации расстройства сна [6].

На рис. 1 наблюдается, что большинство опрошенных имеют среднюю степень бессонницы, сопровождающуюся симптомами усталости и раздражительности. Многие респонденты на этой стадии начинают принимать снотворные препараты. Респонденты с тяжелой степенью бессонницы отмечают развитие депрессии, появление чувства тревоги, трудности с засыпанием и ночные пробуждения.

В возрастной категории от 18 до 31 года средняя и высокая степени бессонницы отмечаются больше у мужчин. В возрасте от 32 до 45 лет отсутствие бессонницы или наличие ее легкой степени равновероятно встречается как у мужчин, так и у женщин.

Результаты анкетирования по проблеме

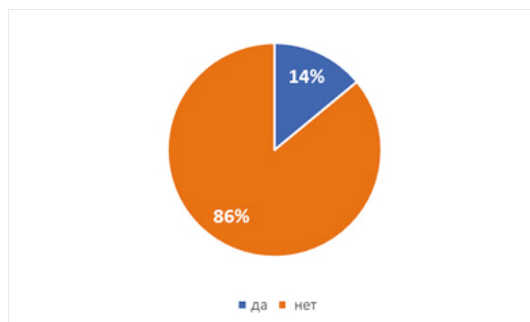
контроля стимуляции сна представлены на последующих рисунках.

В анкете предполагалось, что усталость характеризуется такими симптомами, как физическое или умственное утомление (или истощение), появление желания отдыха, изменение настроения, раздражительность, общая заторможенность, снижение внимания; а сонливость – такими, как зевота, ощущение «слипания» глаз, вялость, желание уснуть.

На основе анализа рис. 2 становится понятно, что 21 % респондентов не отличает состояние усталости от состояния сонливости.

Для 44 % респондентов состояние сонливости не является сигналом для того, чтобы лечь спать: они ложатся спать только при усталости, что вызывает риск нервного и физического истощения. В эту категорию попали преимущественно молодые девушки и женщины. Группу респондентов, ложащихся спать при появлении сонливости, составили преимущественно мужчины от 33 до 45 лет.

У 79 % опрошенных (рис. 3) не сформирована условно-рефлекторная связь, что постель



**Рис. 4.** Распределение ответов в % соотношении на вопрос «Поднимаетесь ли Вы в установленное время, вне зависимости от необходимости идти на работу или времени засыпания накануне»

предназначена для сна.

Кровать не является стимулом для сна, поскольку она используется для множества иных занятий, например: еда, просмотр фильмов, работа. В связи со все большим распространением удаленной работы выбор респондентами варианта «работа с ноутбуком или телефоном, находясь в постели» представляется наиболее нежелательным, именно как фактор возможного нарушения циркадных ритмов. Вызывает тревогу, что именно молодые девушки – будущие (и желательно здоровые) мамы – составляют преимущественное большинство в группе людей, использующих кровать не по прямому назначению. Зависимости между ответами на данный вопрос и возрастом у мужчин не наблюдается.

Нарушения режима дня в выходные и праздничные дни (рис. 4) или нарушения режима, связанные с длительным бодрствованием накануне, более свойственны молодым девушкам, их достоверно больше, чем мужчин в целом, независимо от их возраста.

Лишь 14 % респондентов соблюдают установившийся у них режим сна и бодрствования

независимо от факторов отдыха или переработки, среди них преимущественно женщины 32–45 лет.

### Заключение

Большая часть опрошиваемых имеет проблемы со сном в степени средней тяжести, что снижает качество их жизни. От высокой степени бессонницы более всего страдают мужчины. Бессонница в принципе имеет свои особенности в зависимости от пола и возраста. При появлении сонливости ложатся спать преимущественно мужчины 32–45 лет. У подавляющего большинства респондентов не сформирован контроль стимуляции сна, что способствует легкости в нарушениях режима сна и бодрствования.

Качественный сон является важной составляющей здоровья и необходимым условием здорового образа жизни. Существует острая необходимость формирования мотивации к контролю стимуляции сна, связанная с высокой распространенностью бессонницы среди населения от 18 до 45 лет.

### Список литературы

1. Аведисова, А.С. К вопросу о зависимости к бензодиазепинам / А.С. Аведисова // Психиатрия и психофармакология. – 1999. – № 1. – С. 24–25.
2. Нарушение сна и основные причины возникновения инсомнии / А.И. Гольская, Р.К. Мирзоева, О.В. Черник [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 4-2(106). – С. 108–112.
3. Полуэктов, М.Г. Расстройства сна в амбулаторной практике врача / М.Г. Полуэктов, Л.М. Борискина // Медицинский совет. – 2015. – № 17. – С. 68–77.
4. Полуэктов, М. Инсомния. Сомнология и медицина сна / М.Г. Полуэктов ; под ред. М.Г. Полуэктова. – М. : Медфорум, 2016. – С. 298–318.
5. Стрыгин, К.Н. Современные представления об инсомнии и возможностях применения



снотворных препаратов 5 / К.Н. Сtryгин, М.Г. Полуэктов // Эффективная фармакотерапия. – 2019. – Т. 15. – № 44. – С. 54–61.

6. Morin, C.M. The Insomnia Severity Index: Psychometric Indicators to Detect Insomnia Cases and Evaluate Treatment Response / C.M. Morin, G. Belleville, L. Belanger, H. Ivers. // Sleep. – 2011. – No. 34(5).

7. Riemann, D. European guideline for the diagnosis and treatment of insomnia / D. Riemann, C. Baglioni, C. Bassetti // J Sleep Res. – 2017. – No, 26(6). – P. 675–700.

### References

1. Avedisova, A.S. K voprosu o zavisimosti k benzodiazepinam / A.S. Avedisova // Psikhatriya i psikhofarmakologiya. – 1999. – № 1. – S. 24–25.

2. Narusheniye sna i osnovnyye prichiny vozniknoveniya insomnii / A.I. Gol'skaya, R.K. Mirzoyeva, O.V. Chernik [i dr.] // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. – 2021. – № 4-2(106). – S. 108–112.

3. Poluektov, M.G. Rasstroystva sna v ambulatornoy praktike vracha / M.G. Poluektov, L.M. Boriskina // Meditsinskiy sovet. – 2015. – № 17. – S. 68–77.

4. Poluektov, M. Insomniya. Somnologiya i meditsina sna / M.G. Poluektov ; pod red. M.G. Poluektova. – M. : Medforum, 2016. – S. 298–318.

5. Strygin, K.N. Sovremennyye predstavleniya ob insomnii i vozmozhnostyakh primeneniya snotvornyykh preparatov 5 / K.N. Strygin, M.G. Poluektov // Effektivnaya farmakoterapiya. – 2019. – Т. 15. – № 44. – С. 54–61.

---

© Э.Ш. Шамсувалеева, А.В. Бобров, 2025

---

## Abstracts and Keywords

*T.V. Bychkova*

### **The IDEF0 Model of the Agroforming Information System**

*Keywords:* agroforming; algorithm; information system; model; IDEF0.

*Abstract.* The article considers the models of functioning of agroforming. General scientific methods have been used. It is found that the agricultural industry is increasing the pace of digitalization of business processes using modern software tools. The rationale for the implementation of the enterprise information system project to optimize its performance is given. The necessity of using mathematical models to describe processes in the functional blocks of the IDEF0 model is revealed.

---

*V.V. Germek, R.O. Samsonov*

### **Criteria Analysis of the Possibilities of Using Artificial Intelligence in World Practice to Improve the Efficiency of Construction Production in Russia**

*Keywords:* automation; safety; innovation; artificial intelligence; construction; resource management; sustainable development; digital twins; ROI.

*Abstract.* The article is devoted to the study of the use of artificial intelligence (AI) technologies in the construction industry to increase its efficiency and competitiveness. The article considers world experience, its adaptation to Russian conditions and recommendations for technology integration. The purpose of the study is to study the world experience of using AI and its adaptation to increase efficiency, reduce costs, improve quality and safety in construction. The capabilities of AI were studied, its effectiveness in resource, time and quality management was assessed, and recommendations for the Russian industry were developed. The research hypothesis suggests that the implementation of AI and digital twins improves project management, reduces time and costs, and increases safety. The methods include an analysis of global practices, systematization of solutions, case analysis, and modeling of the effects of AI implementation in Russian conditions. The results showed that the use of AI reduces construction time by 10–30 %, increases forecast accuracy by 15–20 %, reduces errors by 25 %, costs by 10–15 %, and improves safety through automated risk monitoring. The recommendations include the development of an educational environment, investment incentives, and the creation of a national platform for the successful implementation of AI technologies and sustainable development of the industry.

---

*M.G. Dorrer, E.V. Kasyanova*

### **The Prototype of a Module for Predicting Student Learning Success Based on the Assessment Results of Universal Competencies**

*Keywords:* forecasting processes; machine learning; average academic performance; neural networks; digital twin; universal competencies.

*Abstract.* The aim of this study is to assess the feasibility of predicting student success based on the development of universal competencies within the framework of a digital twin of the educational process. The research was based on historical data regarding student learning and testing. Hypotheses were tested regarding the linear relationship between competency development (UC) and academic

---

performance, as well as the potential for constructing regression models to predict performance. Using the method of least squares, a linear connection between UC-6 and academic performance was confirmed, along with the possibility of creating accurate regression models. The hypotheses concerning the relationship between UC-1 and UC-4 with academic performance were not supported, which opens up avenues for further research in this area.

---

*S.E. Larin, V.Yu. Belash*

### **The Role of MapReduce Technologies in Solving Big Data Analysis Problems**

*Keywords:* Hadoop; HDFS; MapReduce; big data; machine learning; information technology.

*Abstract.* The purpose of the research is to study MapReduce technology in its application to big data analysis. The hypothesis of the study is to increase the efficiency of big data processing through the introduction of the technology in question, as well as to expand the capabilities of intelligent systems with its implementation. The research methods are the analysis of educational and scientific literature, computer modeling. Results achieved: the analysis showed the possibility of implementing MapReduce technology in the development of its own software product.

---

*T.G. Oreshenko, I.V. Nazarov, A.S. Chapaeva*

### **Development of the Circuit of the On-board Load Device**

*Keywords:* on-board load device; voltage characteristics; load element; amplitude-phase frequency response; solar panels.

*Abstract.* The development and implementation of a load cell based on a feedback transistor circuit will make it possible to accurately and efficiently measure the voltage characteristics of solar panels used on board small CubeSat spacecraft, while minimizing the device's energy consumption and ensuring stability to the conditions of orbital operation. The purpose of the presented work is to develop a load device circuit. This goal has determined the need to set and complete the following tasks: to develop a load cell for measuring the characteristics of solar panels intended for operation on board small CubeSat-type spacecraft; to create a load cell control circuit based on feedback transistor technology to accurately regulate the current strength and remove the voltage characteristics of solar panels; to ensure the integration of the load cell into satellite systems using a microcontroller and a CAN interface for data transmission and device control; to minimize the energy consumption of the device and optimize its operation in conditions of limited resources and temperature fluctuations characteristic of the space environment.

To achieve this goal, such methods as: mathematical modeling of LAKH, PFC and transients were used.

---

*T.G. Oreshenko, A.Ya. Shamlitsky*

### **The Method of Studying the Frequency Characteristics of Nanomodified Materials**

*Keywords:* nanomodified materials; research methods; impedance spectroscopy; nanocomposites; frequency characteristics.

*Abstract.* The aim of the study is to develop a methodology for studying the frequency

---

characteristics of nanomodified materials. It is believed that nanoparticles improve the properties of materials by changing their structure. To test the hypothesis, experiments were conducted, and the results were compared with theoretical models.

---

*M.A. Ragozina, D.V. Tsurikov, D.A. Stantsev, A.V. Terpenev*

### **Real-Time Data Processing Technologies: The Role of Big Data in Modern Technical Systems and Its Impact on Decision-Making**

*Keywords:* decision making; analytics; Big Data; Big Data processing in real time; Big Data; Apache Kafka; data security.

*Abstract.* The aim of the study is to analyze the role of real-time data processing technologies in modern technical systems and their impact on the decision-making process. To achieve the goal, the following objectives are to be addressed: the study of tools such as Apache Kafka, Flink and Spark, their advantages and limitations, as well as the specifics of implementation in different industries. Particular attention is given to applications in the financial, healthcare, and commerce sectors, with a focus on data processing agility and decision accuracy. Key challenges are addressed, including the need for data protection, infrastructure customization, and training. The hypothesis is the assumption that the use of real data processing technologies enables companies to quickly adapt to change, optimize processes, and remain competitive. The research methodology includes the analysis of real cases, comparative review of technologies and development of practical recommendations for their implementation. The results confirm that such technologies help to increase the speed of decision-making, improve data security and increase the efficiency of business processes, opening up new opportunities for companies in a rapidly changing world.

---

*I.S. Zharov, O.I. Denisenko, E.A. Yankin, I.A. Tselikov*

### **About the Possibilities of Using Blockchain Technology in Educational Institutions of the Federal Penitentiary Service of Russia**

*Keywords:* information security; digitalization; digital transformation; blockchain; digital technologies; penal enforcement system of the Russian Federation.

*Abstract.* This study examines the prospects of using modern innovative technologies in the field of information security in the organization of the educational process in educational institutions of the Federal Penitentiary Service of Russia. The purpose of the study is to analyze the possibilities of blockchain technology for use in educational institutions of the Federal Penitentiary Service of Russia. Research methods are the study of information sources, methods of analysis and generalization. The problems considered allow us to raise the issue in terms of a competent and structured analysis of the organization of the educational process in the modern information trend. The use of blockchain technology will improve the educational process by integrating this technology with the existing educational infrastructure of educational institutions of the Federal Penitentiary Service of Russia.

---

*R.S. Kamenskiy, E.G. Semyonova*

### **Implementation of Fully Homomorphous Encryption in Cloud Computing**

*Keywords:* encryption; data; security; cloud computing; homomorphism; algorithm; key.

*Abstract.* The purpose of the paper is to examine the possibilities of implementing fully homomorphic encryption in cloud computing. The prospect of sending more and more data for storage and management to cloud services raises many new privacy concerns for both individuals and companies. Privacy concerns can be satisfactorily addressed if the data they send to the cloud is encrypted. Recent advances in homomorphic encryption concern the development of fully homomorphic

---

algorithms that allow arbitrarily complex dynamically chosen computations to be performed on encrypted data despite the absence of a secret decryption key. The paper reviews traditional and improved algorithms for full homomorphic encryption. The author's approach of an improved scheme of full homomorphic encryption based on DGHV is proposed.

---

*K.O. Plaskanich, A.A. Erkulova, A.V. Ponachugin*

### **The Future of Artificial Intelligence in School Cybersecurity: Prospects and Challenges**

*Keywords:* artificial intelligence; cybersecurity; educational institutions; school; university; cyber attacks; cyber threat; education; security; information; machine learning.

*Abstract.* This article examines the prospects and challenges of using artificial intelligence (AI) in the cybersecurity of educational institutions. The purpose of the article is to identify the prospects of using artificial intelligence to improve cybersecurity in the school system. The objective of the article is to analyze existing approaches to integrating AI to prevent cyber threats and to develop recommendations for educational institutions to improve cyber defense considering modern challenges. The hypothesis suggests that the potential of AI to prevent cyberattacks and ensure the security of student and teacher data is enormous. Using examples of schools that are already using AI, we examined the prospects of AI. The result of our study showed that AI will significantly increase the level of cyber security in the school system.

---

*O.I. Semenova, I.A. Zhuravlev*

### **Security Issues in the Client-Server Architecture of "1C: Enterprise"**

*Keywords:* 1C: Enterprise; HTTP; HTTPS; MS SQL Server; TCP/IP; security; information base; server cluster; client-server architecture.

*Abstract.* The goal of this article is to explore security issues and determine the best architecture for implementing the "1C: Enterprise" system in a corporate environment. The article focuses on two main operating modes of the system: File Mode (FM) and Client-Server Mode (CSM). The research objectives include analyzing the advantages and disadvantages of each operating mode of the "1C: Enterprise" system. The research hypothesis posits that for small companies with a limited number of users, the file mode will be more effective due to its simplicity and accessibility, while large corporations with a large volume of data and many users should opt for the client-server mode to ensure high performance and security. The research methods involved analyzing the functional characteristics of both operating modes of the "1C: Enterprise" system. The findings demonstrate that the file mode is indeed suitable for small businesses, providing simple setup and document management within a single local network. However, it is limited in terms of scalability and the number of concurrent users. On the other hand, the client-server mode offers significant benefits for large organizations by delivering high performance, enhanced security, and flexible configuration options.

---

*P.A. Galkin, T.V. Polyakova, B.V. Vishev, R.R. Tlyasheva*

### **Evaluation of Comparative Efficiency of Different Designs of Heat Exchangers by CFD Modeling Method**

*Keywords:* heat transfer; heat exchanger; comparative efficiency assessment; numerical study; CFD modeling.

*Abstract.* The purpose of the study is to determine the optimal method of comparative evaluation of various designs of heat exchange equipment. The necessity of the method is determined by the need to determine the feasibility of introducing innovative designs of heat exchange apparatuses in industry. The assumption is made about the prospective application of the evaluation method based on CFD-modeling.

---

The review of existing methods of estimation of efficiency of heat-exchange equipment is carried out. It is defined that, for estimation of efficiency of implementation it is necessary to take into account a lot of parameters, determination of which is possible only as a result of complex experimental research. The parameters influencing the efficiency evaluation of heat-exchange equipment are considered. The existing research methods are analyzed. The problems of laboratory research in real conditions are described. The assumption is made about perspectivity of application of virtual experiment realization due to application of CFD-modeling. Examples of application of CFD modeling for research of efficiency of innovative designs of heat-exchange equipment are considered. Prospective application of the proposed method for comparative evaluation of the efficiency of heat-exchange equipment of different designs is confirmed.

*P.A. Galkin, R.R. Tlyasheva*

**The Role of Intensification of Heat Exchange Equipment in the  
Scientific and Technological Development of the Russian Federation.  
Prospect of Application of Porous Cast Aluminum in the Construction of  
Heat-Exchange Apparatuses**

*Keywords:* resource saving; energy saving; heat exchange intensification; porous cast aluminum; heat exchange apparatus.

*Abstract.* The strategy of scientific and technological development of the Russian Federation determines the importance of developing energy and resource saving technologies in all sectors of the fuel and energy complex. The efficiency of heat exchange equipment determines the degree of useful utilization of thermal energy, and, therefore, the overall efficiency of the energy system of the process. The purpose of the study is to determine the most promising effective method of heat exchange intensification for practical realization in the designs of heat exchange apparatuses. Various methods of intensification of heat exchangers are considered. Based on the analysis of scientific and technical literature the assumption of the promising passive method of heat exchange intensification, relying simultaneously on several physical bases, is put forward. For practical realization of such method, it is offered to install in heat-exchange channels of apparatuses inserts from porous cast aluminum.

The analysis of scientific and technical literature confirms the promising nature of the proposed method of heat exchange intensification.

It is determined that the lack of a universal method of calculation and selection, allowing determining the design and dimensions of such apparatuses for specific technological tasks, does not allow them to be widely used in industry.

---

*V.G. Sidorov, D.V. Tsurikov, D.A. Stantsev, A.V. Terpenev*

**Control and Automation Systems: Modern Technologies for  
Enhancing Reliability and Safety**

*Keywords:* automation; artificial intelligence; training; data security; Internet of Things; process control; intelligent systems; process control.

*Abstract.* The aim of the research is to study modern control and automation technologies aimed at improving the reliability and safety of industrial processes. The main objective of the study is to analyze the problems of skills shortages, data protection vulnerabilities and integration of innovative solutions. Special attention is paid to the application of the Internet of Things (**IoT**) and adaptive technologies to optimize process control and monitoring. The hypothesis suggests that the implementation of IoT, predictive analytics, and automated control systems improves efficiency, reduces risk, and improves security. The methodology includes the analysis of adaptive algorithms, automated control platforms and a comparative analysis of traditional and modern approaches. The results of the study confirm that the implementation of technologies such as predictive maintenance and automated solutions can reduce costs, improve data protection, and increase the resilience of industrial processes.

### **Development of a Database Architecture to Assess the Level of Digital Maturity of Industrial Enterprises**

*Keywords:* digital maturity; digital transformation; Industry 4.0; organizational structure.

*Abstract.* The purpose of this study is to identify indicators for assessing the digital maturity of industrial enterprises based on the analysis of scientific and methodological literature. To achieve this goal, it is necessary to solve the following tasks: determine groups of indicators and analyze current methods for their assessment for the subsequent formation of the structure of the graph of universal criteria for digital maturity of enterprises in various industries. The use of multidimensional architectures of automation systems, as well as the accepted methods of discretization of processes based on different approaches, suggest the existence of universal criteria and methods for their calculation and analysis, which is the main hypothesis of the study. The main research methods are the analysis of standards and scientific literature in the field under consideration and the assessment of the quality of iterative methods for multi-criteria optimization of digital maturity indicators. As a result of the study, it was revealed that existing methods superficially assess the level of digital maturity and do not take into account the horizontal relationships between different areas of enterprise activity; the applied computational assessment methods are limited only by the calculation of coefficients by experts, which affects the accuracy, reliability and objectivity of the results obtained.

---

A.G. Ionov, A.V. Yudin

### **Methodology for Assessing the Level of Production Adaptability**

*Keywords:* production adaptability; production processes; quality management system; adaptability indicators; cost optimization; quality management; sustainable development; production risks; competitiveness.

*Abstract.* The purpose of the study is to find and analyze a methodology for assessing the level of adaptability of production, based on a system of indicators for evaluating the functioning of production processes. It is hypothesized that the assessment and subsequent increase in the level of adaptability of production contributes to improving the quality of products and reducing costs. Theoretical and statistical methods were used to confirm the hypothesis. The paper presents the classification of adaptability indicators proposed by the authors, the adaptability indicators themselves and their calculation algorithms, as well as evaluation criteria and reporting procedure. The results achieved have shown that the application of this methodology allows organizations to objectively analyze the effectiveness of their activities, identify the main problems and make informed management decisions to improve the effectiveness of the quality management system.

---

T.R. Rajabov, G.R. Khamidullina, E.M. Khusnutdinova

### **Digitalization of Business Processes as a Factor in Improving the Quality and Efficiency of Management: Case of RSK LLC**

*Keywords:* quality; RSK LLC; Dragon Soft; Bitrix24; CRM system; ISO 9000:2015 QMS; Agile; ELMA.

*Abstract.* The purpose of the study is to analyze the need for the introduction of IT technologies to improve the efficiency of business process management and quality control in the organization, as well as to propose a solution in the form of a Dragon Soft software product. To achieve this goal, business process analysis methods were used, including CATWOE, MOSCOW, MOST analysis and team thinking methods. The study identified key problems such as management overload, inefficient process management and lack of transparency, which leads to lower quality and delays in completing tasks. The results of the work showed that the introduction of Dragon Soft will automate processes, improve

---

real-time task monitoring and increase productivity. The expected reduction in time for operations, the reduction of the burden on management and improvement of the quality of decision-making will create additional competitive advantages for the company.

The study is aimed at improving the internal management structure, improving the quality of service and the efficiency of completing tasks. The findings of the study indicate that the integration of IT solutions such as Dragon Soft will be a key step towards sustainable growth and increasing the competitiveness of RSK LLC, providing more effective management and control of business processes.

---

*N.V. Kiryakov, N.P. Kuzmich*

### **Specifics of the Introduction of Innovative Technologies in the Construction Industry**

*Keywords:* buildings and structures; engineer; innovative technologies; innovative development; design; production workers; modeling; construction industry; digital technologies.

*Abstract.* The article analyzes the spread of innovative technologies in the construction industry. Examples of these technological solutions are presented, many of which are familiar in everyday life, in the field of entertainment or design, but these technologies can be applied in construction. The hypothesis of the article is that innovative technologies will increase labor productivity, achieve the greatest efficiency, and ensure labor safety. The purpose of the article is to explore innovative technologies in relation to the construction industry. The result of the study is the conclusion about the growing role of innovative technologies in the construction sector, and their impact on the quality and efficiency of construction work. The research used methods of analysis, comparison, and abstraction.

---

*A.N. Kuzyashev, E.A. Gumerov, Yu.Ya. Rakhmatullin, E.I. Menshikov*

### **Approaches to Classification, Typology of Management Systems of State (Municipal) Institutions and the Mechanism of their Functioning**

*Keywords:* government agencies; state; public administration; management system; efficiency.

*Abstract.* The goals and objectives of the study are to determine the management systems of public institutions and the mechanism of their functioning. Research results are as follows: the article presents the results of the analysis of government agencies management systems and the mechanism of their functioning. A classification model with types of management systems depending on the structure, functions and level of responsibility using constructive, abstract-logical, monographic and other methods is proposed.

---

*S.V. Revunov*

### **The Analysis of the Implementation of Environmental Protection Measures at the Municipal Level (Using the Example of the City of Novocherkassk, Rostov Region)**

*Keywords:* municipality; environmental protection; sustainable regional development; environmental protection programs; city ecology; air protection; water protection.

*Abstract.* The research objective is the analysis of social environmental economic aspects of implementation of nature protection actions at the municipal level. The research hypothesis suggests that forming and implementation of priority municipal programs for creation of ecologically safe habitat will allow us to achieve more effectively sustainable development goals at the regional level. The scientific novelty consists in specification of the main directions, purposes and perspectives of implementation of municipal policy of the city of Novocherkassk in the field of environmental control. When writing research, the following tasks were solved: priority sources of technogenic and anthropogenic impact on ecosystems of Novocherkassk are verified, program and target instruments of increase in level of



---

environmental safety at the municipal level are analyzed, the main risks connected with implementation of nature protection actions are revealed. The methodological base included analysis, synthesis, comparison, and generalization. The results are as follows: Novocherkassk is the large industrial center of the South of Russia, and, as a result, the atmosphere of the city is subject to the increased risks of pollution. The main priorities of municipal nature protection policy are decrease in negative impact on the atmosphere of the city, the conservation of biodiversity of local ecosystems and increase in level of environmental safety.

---

*Yu.E. Semenova, E.E. Petrova, A.S. Shebukova, S.V. Gribovskaya*

### **Changing Management Technologies as a Result of Digital Business Transformation**

*Keywords:* management; digital transformation; ecosystem technologies.

*Abstract.* Less linear and more inclusive and hybrid management models are needed for the success of digital business transformation. The purpose of the article is to consider this problem taking into account some of the trends emerging in modern business. The hypothesis of the study is based on the assumption that the digital transformation of a business is a process that requires an integrated approach, including fundamentally new management technologies. The main research methods in the article are the analysis of scientific and business literature, methods of management theory and organization theory. Based on the results of the study, the authors concluded that digital transformation goes beyond the usual boundaries of management and is not linear, but extremely interconnected with a large number of processes, requiring completely new paradigms of management work.

---

*E.I. Kulin*

### **Development of an Algorithm for the Functioning of a Subsystem for Monitoring and Responding to the Facts of Illegal Distribution of Intellectual Property Objects on the Internet**

*Keywords:* intellectual property management; distribution; protection of copyright and related rights on the web; information isolation; digital transformation; organizational design; audiovisual works; algorithm of actions.

*Abstract.* Currently, an increasing number of commercial organizations are choosing the option of distributing objects on the Internet as the distribution of intellectual property. Regardless of the chosen business model, they will have one thing in common – the fact that OIS is distributed in the information and telecommunications network. The positive aspects of this distribution model are associated with the difficulties that the information society poses to us, namely, the possibility of the illegal dissemination of information technology on the Internet. The purpose of the study is to increase the effectiveness of the organization's intellectual property management system by developing an algorithm for actions to eliminate violations in the network, which takes into account the specifics of information dissemination on the Internet, as well as the specifics of communication media that can be used to post the results of intellectual activity. The analytical method and the method of formalization were used in the development. The result of the research is a formed functioning algorithm, which is the content of the subsystem for monitoring and responding to the facts of the illegal dissemination of information in the ITCS.

---

*S.E. Turaev, D.A. Zakoldaev*

### **Developing Effective Software to Detect Malicious Traffic from LAN**

*Keywords:* cybersecurity; local networks; malicious traffic; machine learning; signature analysis; behavioral analysis; corporate networks.

---

*Abstract.* The article is devoted to the development of software for the effective detection of malicious traffic in local area networks. The main objective of the study was to create a system capable of minimizing false positives and identifying threats with high accuracy, which is especially important for protecting corporate networks. The study uses various methods of network traffic analysis, including signature and behavioral approaches, as well as machine learning algorithms such as neural networks and random forests, which made it possible to increase the adaptability of the system to new types of threats. The developed system demonstrated high detection accuracy (up to 95 %) and resistance to high loads in real time, but requires further optimization to improve accuracy when working with multi-threaded attacks and minimize false positives.

---

*I.V. Zaytseva, D.N. Rezenkov, I.K. Sidenko, S.A. Temmoeva*

### **Simulation of Optimal Inspection Scheduling Strategies**

*Keywords:* research; model; game theory; player; verification.

*Abstract.* The article discusses and examines the optimal scheduling strategies for inspections. The aim of the study is to develop a mathematical model of optimal calendar inspection strategies. The objectives of the study are to determine the conditions of the game, to determine the main players, called the Checker and the Checker. To find the optimal strategies for both players, the sequence of actions of the game is considered. The article presents the theoretical substantiation of the strategies obtained.

---

*A.A. Dzyubanenko*

### **Methodology for Testing Electronic Products to Identify Disconformities in the Production Process**

*Keywords:* digital production; automation of production; technological process; testing; electronics; simulation modeling; quality assurance; machine-to-machine intelligent interaction.

*Abstract.* The article presents a methodology for testing electronic products to identify non-conformities in the production process. The purpose of the developed methodology is to create a set of measures for the application of technical solutions aimed at intellectualizing the technological process of assembling printed circuit boards and simplifying the methods for testing the products obtained. The methodology ensures the identification of non-conformities in the production process based on the results of testing and automatically displays possible errors in case of non-conformity. The methodology is an effective tool to ensure high quality electronic products and can be adapted to various production processes.

---

*O.A. Eliseeva, N.V. Kaplin*

### **Acceptance Testing Program for the Frameless Desktop Vending Machine Runero CH**

*Keywords:* coffee machine; Runero CH; safety and reliability of use; functionality; technical specifications.

*Abstract.* This article presents a description of acceptance tests for the frameless Runero CH tabletop coffee machine. The tests are conducted to assess the machine's compliance with the stated technical specifications, as well as to determine its performance and reliability. During the tests, functional tests and visual inspections were carried out. The purpose of the acceptance tests was to verify the coffee machine's compliance with the declared technical specifications, assess its functionality, reliability, and safety, and confirm its readiness for operation under specified conditions. Purpose of Acceptance Tests: The purpose of the acceptance testing was to verify that the frameless Runero CH coffee machine meets the declared technical specifications and to evaluate its functionality, performance, reliability, ergonomics, and safety, as well as to confirm its readiness for operation under specified conditions.

---

Hypothesis of the study: The hypothesis is that the coffee machine meets the manufacturer's declared specifications and is capable of providing stable preparation of high-quality coffee when operating rules are followed. Methods included safety check, conducting functional tests, audit removal, cooling and draining the boiler, visual inspection, warranty labeling. The results are as follows: correction of comments and deficiencies; improvement of the design through statistical analysis of identified defects and shortcomings; compliance with stated technical specifications; operational stability.

---

*A.A. Agapov-Ivanov, O.V. Voronkova*

### **Introduction of Digital Technologies in the Management of St. Petersburg's Transportation System**

*Keywords:* transport infrastructure; digital technologies; public transportation.

*Abstract.* This article discusses current trends in the introduction of digital technologies in transportation St. Petersburg, their impact on mobility and convenience for citizens. The paper analyzes electronic resources, as well as scientific articles by other authors. The main attention is paid to how the digitalization of public transport can improve the life of a large city in St. Petersburg. Transportation can improve the life of a large city in its continuous life and is an important task for all stakeholders, including city authorities, transportation companies and passengers themselves. The tasks of the research paper include the study of literature on the chosen topic, the search for electronic resources with relevant information. Methods of achieving the results represent the study of the work done on the digitalization of the transport infrastructure of the city. As a result, this study will allow to identify key aspects of the introduction of digital technologies in the transport infrastructure of St. Petersburg, as well as to show their significance and advantage in the conditions of a modern megacity.

---

*M.M. Romadanova*

### **Research on the Influence of Parameters on the Shape of B-Spline Constructed Using the Progressive and Iterative Approximation Method for Least Square Fitting**

*Keywords:* B-spline; control points; knots; approximation; progressive iterative approximation; least square approximation.

*Abstract.* The presented work considers the approximation by B-splines using one of the methods of the progressive and iterative approximation, which allows us to obtain an estimate equivalent to the least squares method. When constructing a B-spline, there are three parameters that are related to each other by a certain ratio and which can be varied. These are the number of control points, the degree of the B-spline, and the number of knots. By changing these parameters, it is possible to obtain different forms of the B-spline. In this work, the progressive and iterative approximation method is first described. Then this method is applied to construct a B-spline when studying the influence of various combinations of parameters on the shape of the B-spline.

---

*E.Sh. Shamsuvaleeva, A.V. Bobrov*

### **Some Aspects of Insomnia in Young People**

*Keywords:* sleep; insomnia; Insomnia Severity Index; sleep disorders.

*Abstract.* The aim of this paper is to study the aspects of insomnia in young people. The objectives of the study were to identify the aspects of insomnia in young people, as well as to determine the stimulation of sleep control, to identify what factors interfere with the control of sleep stimulation. The research methods are based on the analysis of literature and questionnaires on the study of insomnia, with the definition of the Insomnia Severity Index among people from 18 to 45 years old, as well as to analyze the presence of sleep stimulation control depending on the gender and age of respondents. The

---

hypothesis of the study is considered in understanding the aspects of insomnia in young people. In view of the potential risks associated with self-medication of insomnia, including the occurrence of unwanted side effects, there is an urgent need to quantify the number of people suffering from this disorder. Our study clearly shows the need to form a motivation for sleep stimulation control associated with the high prevalence of insomnia of varying severity.

---

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ List of Authors

<b>Т.В. БЫЧКОВА</b> кандидат педагогических наук, доцент кафедры автоматизации, физики и математики Брянского государственного аграрного университета, с. Кокино <b>E-mail:</b> tanyabychkova@mail.ru	<b>T.V. BYCHKOVA</b> Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor, Department of Automation, Physics and Mathematics, Bryansk State Agrarian University, Kokino <b>E-mail:</b> tanyabychkova@mail.ru
<b>В.В. ГЕРМЕК</b> аспирант Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва <b>E-mail:</b> vovamodern@mail.ru	<b>V.V. GERMEK</b> Postgraduate Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow <b>E-mail:</b> vovamodern@mail.ru
<b>Р.О. САМСОНОВ</b> доктор технических наук, профессор кафедры технологий и организации строительного производства Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва <b>E-mail:</b> roman@samsonov.org	<b>R.O. SAMSONOV</b> Doctor of Engineering, Professor, Department of Technologies and Organization of Construction Production, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow <b>E-mail:</b> roman@samsonov.org
<b>М.Г. ДОРРЕР</b> кандидат технических наук, доцент кафедры информационных управляющих систем Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> mdorrer@mail.ru	<b>M.G. DORRER</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information Management Systems, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> mdorrer@mail.ru
<b>Е.В. КАСЬЯНОВА</b> старший преподаватель кафедры информационных управляющих систем Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> space201@inbox.ru	<b>E.V. KASYANOVA</b> Senior Lecturer, Department of Information Control Systems, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> space201@inbox.ru
<b>С.Э. ЛАРИН</b> студент Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского, г. Калуга <b>E-mail:</b> larinse@studklg.ru	<b>S.E. LARIN</b> Student, Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga <b>E-mail:</b> larinse@studklg.ru
<b>В.Ю. БЕЛАШ</b> кандидат педагогических наук, доцент кафедры информатики и информационных технологий Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского, г. Калуга <b>E-mail:</b> mininavy@tksu.ru	<b>V.Yu. BELASH</b> Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor, Department of Computer Science and Information Technologies, Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga <b>E-mail:</b> mininavy@tksu.ru

<p><b>Т.Г. ОРЕШЕНКО</b> кандидат технических наук, доцент кафедры систем автоматического управления Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> veisver@mail.ru</p>	<p><b>T.G. ORESHENKO</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Automatic Control Systems, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> veisver@mail.ru</p>
<p><b>И.В. НАЗАРОВ</b> ассистент кафедры систем автоматического управления Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> veisver@mail.ru</p>	<p><b>I.V. NAZAROV</b> Assistant, Department of Automatic Control Systems, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> veisver@mail.ru</p>
<p><b>А.С. ЧАПАЕВА</b> студент Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> veisver@mail.ru</p>	<p><b>A.S. CHAPAEVA</b> Student, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> veisver@mail.ru</p>
<p><b>А.Я. ШАМЛИЦКИЙ</b> студент Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> veisver@mail.ru</p>	<p><b>A.Y. SHAMLITSKY</b> Student, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> veisver@mail.ru</p>
<p><b>М.А. РАГОЗИНА</b> кандидат технических наук, доцент кафедры организации и управления наукоемкими производствами Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> marfil@mail.ru</p>	<p><b>M.A. RAGOZINA</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Organization and Management of Science-Intensive Production of the Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> marfil@mail.ru</p>
<p><b>Д.В. ЦУРИКОВ</b> студент Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> lomyashka@mail.ru</p>	<p><b>D.V. TSURIKOV</b> Student, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> lomyashka@mail.ru</p>
<p><b>Д.А. СТАВЦЕВ</b> студент Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> stavcev02@mail.ru</p>	<p><b>D.A. STAVTSEV</b> Student, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> stavcev02@mail.ru</p>
<p><b>А.В. ТЕРПЕНЕВ</b> студент Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> a.terpenevchik@mail.ru</p>	<p><b>A.V. TERPENEV</b> Student, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> a.terpenevchik@mail.ru</p>

<p><b>И.С. ЖАРОВ</b> кандидат технических наук, доцент кафедры специальной техники и информационных технологий Владимирского юридического института Федеральной службы исполнения наказаний России, г. Владимир <b>E-mail:</b> viaduc@mail.ru</p>	<p><b>I.S. ZHAROV</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Special Equipment and Information Technology, Vladimir Law Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Vladimir <b>E-mail:</b> viaduc@mail.ru</p>
<p><b>О.И. ДЕНИСЕНКО</b> старший преподаватель кафедры уголовно-правовых дисциплин Самарского юридического института Федеральной службы исполнения наказаний России, г. Самара <b>E-mail:</b> suisamara@yandex.ru</p>	<p><b>O.I. DENISENKO</b> Senior Lecturer, Department of Criminal Law Disciplines, Samara Law Institute, Federal Penitentiary Service of Russia, Samara <b>E-mail:</b> suisamara@yandex.ru</p>
<p><b>Е.А. ЯНКИН</b> курсант Владимирского юридического института Федеральной службы исполнения наказаний России, г. Владимир <b>E-mail:</b> zhenya.yankin.03@mail.ru</p>	<p><b>E.A. YANKIN</b> Student, Vladimir Law Institute, Federal Penitentiary Service of Russia, Vladimir <b>E-mail:</b> zhenya.yankin.03@mail.ru</p>
<p><b>И.А. ЦЕЛИКОВ</b> курсант Владимирского юридического института Федеральной службы исполнения наказаний России, г. Владимир <b>E-mail:</b> cellcov@yandex.ru</p>	<p><b>I.A. TSELIKOV</b> Student, Vladimir Law Institute, Federal Penitentiary Service of Russia, Vladimir <b>E-mail:</b> cellcov@yandex.ru</p>
<p><b>Р.С. КАМЕНСКИЙ</b> магистрант Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> cellcov@yandex.ru</p>	<p><b>R.S. KAMENSKIY</b> Master's Student, Baltic State Technical University "VOENMEKH" named after D.F. Ustinov, St. Petersburg <b>E-mail:</b> cellcov@yandex.ru</p>
<p><b>Е.Г. СЕМЕНОВА</b> доктор технических наук, профессор кафедры информационных систем и программной инженерии Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> egsemenova@mail.ru</p>	<p><b>E.G. SEMYONOVA</b> Doctor of Engineering, Professor, Department of Information Systems and Software Engineering, Baltic State Technical University "VOENMEKH" named after D.F. Ustinov, St. Petersburg <b>E-mail:</b> egsemenova@mail.ru</p>
<p><b>К.О. ПЛАСКАНИЧ</b> студент Нижегородского государственного педагогического университета имени Козьмы Минина, г. Нижний Новгород <b>E-mail:</b> xkseniax1@mail.ru</p>	<p><b>K.O. PLASKANICH</b> Student, Nizhny Novgorod State Pedagogical University named after Kozma Minin, Nizhny Novgorod <b>E-mail:</b> xkseniax1@mail.ru</p>
<p><b>А.А. ЕРКУЛОВА</b> студент Нижегородского государственного педагогического университета имени Козьмы Минина, г. Нижний Новгород <b>E-mail:</b> anastasiaerkulova@yandex.ru</p>	<p><b>A.A. ERKULOVA</b> Student, Nizhny Novgorod State Pedagogical University named after Kozma Minin, Nizhny Novgorod <b>E-mail:</b> anastasiaerkulova@yandex.ru</p>

<p><b>А.В. ПОНАЧУГИН</b> кандидат экономических наук, доцент Нижегородского государственного педагогического университета имени Козьмы Минина, г. Нижний Новгород <b>E-mail:</b> ponachygin_av@mininuniver.ru</p>	<p><b>A.V. PONACHUGIN</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Nizhny Novgorod State Pedagogical University named after Kozma Minin, Nizhny Novgorod <b>E-mail:</b> ponachygin_av@mininuniver.ru</p>
<p><b>О.И. СЕМЕНОВА</b> магистрант Российского университета транспорта, г. Москва <b>E-mail:</b> sem.o.i@yandex.ru</p>	<p><b>O.I. SEMENOVA</b> Master's Student, Russian University of Transport, Moscow <b>E-mail:</b> sem.o.i@yandex.ru</p>
<p><b>И.А. ЖУРАВЛЕВ</b> кандидат технических наук, доцент кафедры системы управления транспортной инфраструктурой Российского университета транспорта, г. Москва <b>E-mail:</b> zhuravlev_ia@mail.ru</p>	<p><b>I.A. ZHURAVLEV</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian University of Transport, Moscow <b>E-mail:</b> zhuravlev_ia@mail.ru</p>
<p><b>П.А. ГАЛКИН</b> аспирант Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Уфа <b>E-mail:</b> Galkin.p.a@yandex.ru</p>	<p><b>P.A. GALKIN</b> Postgraduate Student, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa <b>E-mail:</b> Galkin.p.a@yandex.ru</p>
<p><b>Т.В. ПОЛЯКОВА</b> студент Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Уфа <b>E-mail:</b> volk_tasya@mail.ru</p>	<p><b>T.V. POLYAKOVA</b> Student, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa <b>E-mail:</b> volk_tasya@mail.ru</p>
<p><b>Б.В. ВИШЕВ</b> студент Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Уфа <b>E-mail:</b> bog.cherry@gmail.com</p>	<p><b>B.V. VISHEV</b> Student, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa <b>E-mail:</b> bog.cherry@gmail.com</p>
<p><b>Р.Р. ТЛЯШЕВА</b> доктор технических наук, профессор кафедры технологические машины и оборудование Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Уфа <b>E-mail:</b> Rezedat@gmail.com</p>	<p><b>R.R. TLYASHEVA</b> Doctor of Engineering, Professor, Department of Technological Machines and Equipment, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa <b>E-mail:</b> Rezedat@gmail.com</p>
<p><b>В.Г. СИДОРОВ</b> кандидат технических наук, доцент кафедры систем автоматического управления Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> vikont@sibsau.ru</p>	<p><b>V.G. SIDOROV</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Automatic Control Systems, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> vikont@sibsau.ru</p>



<p><b>И.А. ГИРИН</b> кандидат технических наук, доцент кафедры экономики и бизнеса Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва <b>E-mail:</b> girinia@student.bmstu.ru</p>	<p><b>I.A. GIRIN</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Economics and Business, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow <b>E-mail:</b> girinia@student.bmstu.ru</p>
<p><b>Е.Н. ЛОБАЧЕВА</b> доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой экономики и бизнеса Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва <b>E-mail:</b> lobacheva_e_n@yandex.ru</p>	<p><b>E.N. LOBACHEVA</b> Doctor of Economics, Professor, Head of Department of Economics and Business, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow <b>E-mail:</b> lobacheva_e_n@yandex.ru</p>
<p><b>Д.А. СКВОРЦОВА</b> кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной логистики Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва <b>E-mail:</b> skvortsova_da@bmstu.ru</p>	<p><b>D.A. SKVORTSOVA</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Industrial Logistics, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow <b>E-mail:</b> skvortsova_da@bmstu.ru</p>
<p><b>А.Г. ИОНОВ</b> аспирант МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва <b>E-mail:</b> ionov-ag@yandex.ru</p>	<p><b>A.G. IONOV</b> Postgraduate Student, MIREA – Russian Technological University, Moscow <b>E-mail:</b> ionov-ag@yandex.ru</p>
<p><b>А.В. ЮДИН</b> доктор экономических наук, заведующий кафедрой индустриального программирования МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва <b>E-mail:</b> yudinmsk@yandex.ru</p>	<p><b>A.V. YUDIN</b> Doctor of Economics, Head of Industrial Programming Department, MIREA – Russian Technological University, Moscow <b>E-mail:</b> yudinmsk@yandex.ru</p>
<p><b>Т.Р. РАДЖАБОВ</b> ведущий разработчик Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», г. Москва <b>E-mail:</b> radjabovtima@mail.ru</p>	<p><b>T.R. RAJABOV</b> Leading developer, National Research University Higher School of Economics, Moscow <b>E-mail:</b> radjabovtima@mail.ru</p>
<p><b>Г.Р. ХАМИДУЛЛИНА</b> доктор экономических наук, профессор Казанского (Приволжского) федерального университета, г. Казань <b>E-mail:</b> gulnarah@list.ru</p>	<p><b>G.R. KHAMIDULLINA</b> Doctor of Economics, Professor Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan <b>E-mail:</b> gulnarah@list.ru</p>
<p><b>Э.М. ХУСНУТДИНОВА</b> кандидат технических наук, доцент Казанского (Приволжского) федерального университета, г. Казань <b>E-mail:</b> rr-088@mail.ru</p>	<p><b>E.M. KHUSNUTDINOVA</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan <b>E-mail:</b> rr-088@mail.ru</p>

<p><b>Н.В. КИРЬЯКОВ</b> студент Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск <b>E-mail:</b> kuzmiz@list.ru</p>	<p><b>N.V. KIRYAKOV</b> Student, Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk <b>E-mail:</b> kuzmiz@list.ru</p>
<p><b>Н.П. КУЗЬМИЧ</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры геодезии и землеустройства Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск <b>E-mail:</b> kuzmiz@list.ru</p>	<p><b>N.P. KUZMICH</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Geodesy and Land Management, Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk <b>E-mail:</b> kuzmiz@list.ru</p>
<p><b>А.Н. КУЗЯШЕВ</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры государственного и муниципального управления Российского нового университета, г. Москва <b>E-mail:</b> azatkuz6565@mail.ru</p>	<p><b>A.N. KUZYASHEV</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Public and Municipal Administration, Russian New University, Moscow <b>E-mail:</b> azatkuz6565@mail.ru</p>
<p><b>Э.А. ГУМЕРОВ</b> кандидат технических наук, доцент кафедры информационного менеджмента и информационно-коммуникационных технологий университета «Синергия», г. Москва <b>E-mail:</b> gumerovemil@yandex.ru</p>	<p><b>E.A. GUMEROV</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information Management and Information and Communication Technologies, Synergy University, Moscow <b>E-mail:</b> gumerovemil@yandex.ru</p>
<p><b>Ю.Я. РАХМАТУЛЛИН</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и финансов Московского международного университета, г. Москва <b>E-mail:</b> ulaj-@mail.ru</p>	<p><b>YU.YA. RAKHMATULLIN</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics and Finance, Moscow International University, Moscow <b>E-mail:</b> ulaj-@mail.ru</p>
<p><b>Е.И. МЕНЬШИКОВ</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и финансов Московского международного университета, г. Москва <b>E-mail:</b> e.menshikov@mmu.ru</p>	<p><b>E.I. MENSHIKOV</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics and Finance, Moscow International University, Moscow <b>E-mail:</b> e.menshikov@mmu.ru</p>
<p><b>С.В. РЕВУНОВ</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры экологических технологий природопользования Новочеркасского инженерно-мелиоративного института имени А.К. Кортунова – филиала Донского государственного аграрного университета, г. Новочеркасск <b>E-mail:</b> sergeirevunov25@gmail.com</p>	<p><b>S.V. REVUNOV</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Environmental Technologies of Nature Management, Novochoerkassk Engineering and Melioration Institute named after A.K. Kortunov – Branch of Don State Agrarian University, Novochoerkassk <b>E-mail:</b> sergeirevunov25@gmail.com</p>
<p><b>Ю.Е. СЕМЕНОВА</b> кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой экономики и управления Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> semenjulia69@mail.ru</p>	<p><b>YU.E. SEMENOVA</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Head of Department of Economics and Management, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> semenjulia69@mail.ru</p>

<p><b>Е.Е. ПЕТРОВА</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и управления Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> semenjulia69@mail.ru</p>	<p><b>E.E. PETROVA</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics and Management, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> semenjulia69@mail.ru</p>
<p><b>А.С. ШЕБУКОВА</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и управления Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> semenjulia69@mail.ru</p>	<p><b>A.S. SHEBUKOVA</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics and Management, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> semenjulia69@mail.ru</p>
<p><b>С.В. ГРИБАНОВСКАЯ</b> старший преподаватель кафедры экономики и управления Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> semenjulia69@mail.ru</p>	<p><b>S.V. GRIBANOVSKAIA</b> Senior Lecturer, Department of Economics and Management, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> semenjulia69@mail.ru</p>
<p><b>Е.И. КУНИН</b> соискатель Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Москва <b>E-mail:</b> kei97@bk.ru</p>	<p><b>E.I. KUNIN</b> Applicant, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow <b>E-mail:</b> kei97@bk.ru</p>
<p><b>С.Э. ТУРАЕВ</b> аспирант Национального исследовательского университета ИТМО, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> turaev.s@inbox.ru</p>	<p><b>S.E. TURAEV</b> Postgraduate Student, National Research University ITMO, St. Petersburg <b>E-mail:</b> turaev.s@inbox.ru</p>
<p><b>Д.А. ЗАКОЛДАЕВ</b> кандидат технических наук, доцент Национального исследовательского университета ИТМО, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> d.zakoldaev@itmo.ru</p>	<p><b>D.A. ZAKOLDAEV</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, National Research University ITMO, St. Petersburg E-mail: d.zakoldaev@itmo.ru</p>
<p><b>И.В. ЗАЙЦЕВА</b> кандидат физико-математических наук, заведующая кафедрой высшей математики и физики Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> irina.zaitseva.stv@yandex.ru</p>	<p><b>I.V. ZAYTSEVA</b> Candidate of Science (Physics and Mathematics), Head of Department of Higher Mathematics and Physics, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> irina.zaitseva.stv@yandex.ru</p>
<p><b>Д.Н. РЕЗЕНЬКОВ</b> кандидат технических наук, доцент кафедры огневой подготовки Ставропольского филиала Краснодарского университета Министерства внутренних дел Российской Федерации, г. Ставрополь <b>E-mail:</b> drezenkov@mail.ru</p>	<p><b>D.N. REZENKOV</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Fire Training, Stavropol branch of the Krasnodar University of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Stavropol <b>E-mail:</b> drezenkov@mail.ru</p>

<p><b>И.К. СИДЕНКО</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры бизнес-информатики Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета), г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> sidenko@inbox.ru</p>	<p><b>I.K. SIDENKO</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Business Informatics, Saint Petersburg State Technological Institute (Technical University, Saint Petersburg) <b>E-mail:</b> sidenko@inbox.ru</p>
<p><b>С.А. ТЕММОЕВА</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры высшей математики Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В.М. Кокова, г. Нальчик <b>E-mail:</b> s.temm@mail.ru</p>	<p><b>S.A. TEMMOEVA</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Higher Mathematics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik <b>E-mail:</b> s.temm@mail.ru</p>
<p><b>А.А. ДЗЮБАНЕНКО</b> кандидат технических наук, доцент кафедры инноватики и интегрированных систем качества Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> Aap,nauka@gmail.com</p>	<p><b>A.A. DZYUBANENKO</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Innovation and Integrated Quality Systems, Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Saint Petersburg <b>E-mail:</b> Aap,nauka@gmail.com</p>
<p><b>О.А. ЕЛИСЕЕВА</b> кандидат технических наук, доцент кафедры инжиниринга и менеджмента качества Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> olga_oresh@mail.ru</p>	<p><b>O.A. ELISEEVA</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Engineering and Quality Management, Baltic State Technical University "VOENMEKH" named after D.F. Ustinova, St. Petersburg <b>E-mail:</b> olga_oresh@mail.ru</p>
<p><b>Н.В. КАПЛИН</b> инженер по качеству ООО «КРАФТ», г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> N.Kaplin@unicum.ru</p>	<p><b>N.V. KAPLIN</b> Quality Engineer, KRAFT LLC, St. Petersburg E-mail: N.Kaplin@unicum.ru</p>
<p><b>А.А. АГАПОВ-ИВАНОВ</b> аспирант Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> agap51@icloud.com</p>	<p><b>A.A. AGAPOV-IVANOV</b> Postgraduate Student, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> agap51@icloud.com</p>
<p><b>О.В. ВОРОНКОВА</b> доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и управления Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> nauka-bisnes@mail.ru</p>	<p><b>O.V. VORONKOVA</b> Doctor of Economics, Professor, Department of Economics and Management, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> nauka-bisnes@mail.ru</p>

---

**М.М. РОМАДАНОВА**

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информатики Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, г. Санкт-Петербург

**E-mail:** Romadanova@yandex.ru

**M.M. ROMADANOVA**

Candidate of Science (Physics and Mathematics), Associate Professor, Department of Computer Science, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg

**E-mail:** Romadanova@yandex.ru

---

**Э.Ш. ШАМСУВАЛЕЕВА**

кандидат биологических наук, доцент кафедры медико-биологических дисциплин Поволжского государственного университета физической культуры спорта и туризма, г. Казань

**E-mail:** el.w.w@mail.ru

**E.SH. SHAMSUVALEEVA**

Candidate of Science (Biology), Associate Professor, Department of Medical and Biological Disciplines, Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan

**E-mail:** el.w.w@mail.ru

---

**А.В. БОБРОВ**

студент Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Москва

**E-mail:** arturbobrov@mail.ru

**A.V. BOBROV**

Student, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow

**E-mail:** arturbobrov@mail.ru

---

**НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ**  
**SCIENCE AND BUSINESS: DEVELOPMENT WAYS**  
**№ 1(163) 2025**  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

---

Подписано в печать 23.01.2025 г.  
Формат журнала 60×84/8  
Усл. печ. л. 23,38. Уч.-изд. л. 13,63.  
Тираж 1000 экз.