

ISSN 1994-2443 (Print)
ISSN 2949-2157 (Online)



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
INTERNATIONAL CENTRE FOR SCIENTIFIC AND TECHNICAL INFORMATION

Информация и инновации Information and Innovations

Информация и инновации

Международный научный журнал

Публикуется с 2006 года

Т. 20, № 1, 2025

Цели изданий. Цель журнала «Информация и инновации» состоит в широком обмене научной и технической информацией, результатами исследований и разработок специалистов, работающих в различных областях науки и техники, научно-технической информации, экономики, образования, бизнеса в России и за рубежом. Редакционная политика журнала направлена на реализацию основных задач: информационная поддержка международного сотрудничества в областях науки, технологий и бизнеса; создание коммуникационной площадки для формирования устойчивых международных связей и расширения сотрудничества в сфере науки и инноваций; освещение лучших зарубежных практик организации научно-исследовательской и инновационной деятельности.

ISSN 1994-2443 (Print)
ISSN 2949-2157 (Online)
Префикс DOI: 10.31432

Учредитель, издатель, редколлегия:
Международный центр научной и технической информации (МЦНТИ)

Адрес:
125252, Россия, Москва,
ул. Куусинена, 21-Б,
МЦНТИ
Тел.: +7(499)198-70-21
Факс: +7(499)943-00-89
Эл. почта: icsti@icsti.int
Сайт журнала:
<https://journal.icsti.int>

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-27294 от 22 февраля 2007 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Периодичность: 4 раза в год

Редактор-корректор:
Л.П. Калмыкова
Дизайн и верстка:
И.В. Гришин

Типография АО «Т8 Издательские Технологии», Адрес типографии: 109316, Россия, Москва, Волгоградский пр-т, д. 42, корп. 5.
Печать офсетная.
Тираж 500 экз.
Цена свободная.

Индексирование:
DOAJ, Crossref, CNKI, РИНЦ, реферируется в базе данных ВИНИТИ РАН

При цитировании ссылка на журнал «Информация и инновации» обязательна.

Копирайт: © Оформление, составление, редактирование Информации и инновации, 2025

Материалы журнала доступны под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License

Главный редактор: Лончаков Юрий Валентинович,

д.т.н., директор МЦНТИ, Москва, Россия

Заместитель главного редактора: Башкина Елена Михайловна,

к.т.н., начальник отдела информационных ресурсов, МЦНТИ, Москва, Россия

Редакционная Коллегия

Аббасов Али Мамед оглы, д.э.н., академик Национальной Академии Наук Азербайджана, советник НАНА, заведующий кафедрой Азербайджанского государственного экономического университета, Баку, Азербайджанская Республика

Адамьянц Армен Ованесович, к.т.н., доцент, член Ученого совета и редакционной коллегии, ГПНТБ России, Москва, Россия

Антопольский Александр Борисович, д.т.н., профессор, ИНИОН РАН, Москва, Россия

Белов Владимир Иванович, д.и.н., профессор, директор, Научно-образовательный центр африканских исследований РУДН, Москва, Россия

Дэмбэрэл Содномсамбугийн, д.г.-м.н., академик, президент Академии наук Монголии, Улан-Батор, Монголия

Егоров Владимир Георгиевич, д.и.н., первый заместитель директора Института стран СНГ, Москва, Россия

Лианаге Джанита Абейвикраме, д.х.н., профессор, президент, Институт Химии, Цейлон, Республика Шри-Ланка

Мамедов Захид Фаррух, д.э.н., профессор, директор департамента Организации и управления научной деятельностью Азербайджанского государственного экономического университета, Баку, Азербайджанская Республика

Мун Дмитрий Вадимович, к.э.н., заместитель директора Агентства «Эмерком» МЧС России, Москва, Россия

Стратан Александр Николаевич, д.э.н., профессор, чл.-корр. Академии наук Молдовы, ректор Молдавская Экономическая Академия, Кишинев, Республика Молдова

Тран Дак Хьен, доктор, генеральный директор Национального агентства научной и технологической информации Министерства науки и технологии Вьетнама

Успенский Александр Алексеевич, к.т.н., доцент, директор, Республиканский центр трансфера технологий, Минск, Республика Беларусь

Фарруча Мануэль Пилото, генеральный директор, Институт научной и технологической информации Министерства науки, технологии и окружающей среды Республики Куба

Цветкова Валентина Алексеевна, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник, ВИНИТИ РАН, Москва, Россия

Швейда Павел, д.т.н., Ассоциация научных и технологических парков, Прага, Чешская Республика

Эльсеграни Мохамед Ибрахим Мохамед, д.с.-х.н., атташе по вопросам образования и культуры, директор Бюро Культуры, Посольство Арабской Республики Египет в Российской Федерации, Арабская Республика Египет

Редакционный Совет

Кожин Игорь Владимирович, Глава Центра международного промышленного сотрудничества ЮНИДО в Российской Федерации, Москва, Россия

Парфенов Валерий Павлович, заместитель директора МЦНТИ, Москва, Россия

Information and Innovations

International peer-reviewed scientific journal

Published since 2006

Vol. 20, No. 1, 2025

Focus and Scope. The purpose of the journal "Information and Innovations" is to widely exchange scientific and technical information, the results of research and development of specialists working in various fields of science and technology, scientific and technical information, economics, education, and business in Russia and abroad. The editorial policy of the journal is aimed at implementing the main objectives: information support for international cooperation in the fields of science, technology and business; creation of a communication platform for the formation of sustainable international relations and expansion of cooperation in the field of science and innovation; coverage of the best world practices of organizing research and innovation activities.

ISSN 1994-2443 (Print)
ISSN 2949-2157(Online)
DOI Prefix: 10.31432

Founder, Publisher, Editorial Office:
International Centre for Scientific and
Technical Information (ICSTI)

Address: ICSTI,
Kuusinen str., 21-B,
Moscow, 125252, Russia,
Phone: +7(499)198-70-21
Fax: +7(499)943-00-89
E-mail: icsti@icsti.int
Website: <https://journal.icsti.int>

Mass Media Registration Certificate:
PI No FS77-27294 as of 22 February 2007
issued by the Federal Service for Super-
vision of Communications, Information
Technology and Mass Media (Roskom-
nadzor)

Frequency: 4 times per year

Editor-proofreader:
L. Kalmykova
Design:
I. Grishin

Printing house of JSC "T8 Publishing
Technologies", Printing house address:
109316, Russia, Moscow, Volgogradsky
pr-t, 42, bldg. 5.
Offset printing. Print run 500 copies.
Price flexible.

Indexation: the Journal is included in
DOAJ, Crossref, RINC, reviewed in the
VINITI RAS Database, CNKI

When citing, a reference to the journal
"Information and Innovations" is re-
quired.

Copyright: © Compilation, design, edit-
ing. Information and Innovations, 2025

Distribution: content is distributed un-
der Creative Commons Attribution 4.0
License

Editor-in- Chief: Yury V. Lonchakov,

Dr.Sci. (Eng.), Director, ICSTI, Moscow, Russia

Deputy Editor-in- Chief: Elena M. Bashkina,

Cand.Sci. (Eng.), Head of Information Resources Division, ICSTI, Moscow, Russia

Editorial Board

Abbasov Ali Mamed oglu, Dr.Sci. (Econ.), Academician of the National Academy
of Sciences of Azerbaijan, Advisor to ANAS, Head of the UNEC Department for
Digital economy and information and communication technologies, Baku,
Azerbaijan Republic

Armen O. Adamyants, Cand.Sci. (Eng.), Docent, Member of the Academic
Council and Editorial Board, Russian National public library for science and
technology, Moscow, Russia

Aleksander B. Antopolsky, Dr.Sci. (Eng.), Professor, Institute of Scientific
Information for Social Sciences of the RAS, Moscow, Russia

Vladimir I. Belov, Dr.Sci. (History), Professor, Director, Center of African Studies,
RUDN, Moscow, Russia

Sodnomsambuu Demberel, Dr.Sci. (Geol.-Mineral.), Academician, President of
Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaator, Mongolia

Vladimir G. Egorov, Dr.Sci. (History), First Deputy Director, Institute of CIS
countries, Moscow, Russia

Janitha Abeywickrema Liyanage, Dr. Sci. (Chem.), Professor, President, Institute
of Chemistry, Ceylon, Republic of Sri Lanka

Zahid Farrukh Mammadov, Dr.Sci. (Econ.), Professor, Director of the UNEC
Department for Organization and Management of Scientific Activities, Baku,
Republic of Azerbaijan

Dmitry V. Mun, Cand.Sci. (Econ.), Deputy Director, EMERCOM of Russia, Moscow,
Russia

Alexandr N. Stratan, Dr.Sci. (Econ.), Professor, Corresponding Member of the
Academy of Sciences of Moldova, Rector of the Academy of Economic Studies
of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova

Tran Dac Hien, Dr.Sc., Director General of the National Agency for Science and
Technology Information of the Socialist Republic of Vietnam

Alexander A. Uspenskiy, Cand.Sci. (Eng.), Docent, Director, Republican Center
for Technology Transfer, Minsk, Republic of Belarus

Manuel Piloto Farrucha, Director General of the Institute for Scientific and
Technological Information of the Republic of Cuba

Valentina A. Tsvetkova, Dr.Sci. (Eng.), Professor, Chief Researcher, Russian
Institute for Scientific and Technical Information (VINITI RAS), Moscow, Russia

Pavel Svejda, Dr.Sci. (Eng.), Association of Innovative Entrepreneurship, Praha,
Czech Republic

Mohamed Ibrahim Mohamed Elsergani, Dr.Sci. (Agricul.), Professor, Attaché
for Education and Culture, Acting Director of the Bureau of Culture, Embassy of
the Arab Republic of Egypt in the Russian Federation, Arab Republic of Egypt

Editorial Council

Igor V. Kozhin, Head of the UNIDO Centre for International Industrial
Cooperation in the Russian Federation

Valery P. Parfenov, ICSTI Deputy Director, Moscow, Russia

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика и инновации

<i>Гутюм Т.Г.</i>	Измерение и картирование конкурентоспособности малых и средних предприятий на районном уровне: опыт Республики Молдова	5
<i>Некрасова М. А.</i>	Устойчивый туризм как стратегия безопасности индустрии туризма и гостеприимства	16
<i>Мун Д.В., Попета В.В.</i>	Угрозы и риски развития мировой индустрии железнодорожного транспорта в условиях интенсивного внедрения цифровых инновационных технологий на базе искусственного интеллекта	48
<i>Вылгина Ю.В., Семаков М.Ю.</i>	Результаты анализа факторов среды для реализации платформенного игрового сервиса в сфере общественного питания	64

Информационные процессы

<i>Синицын А.В., Замошников А.А., Селиванов С.А., Прокофьев С.Я., Тузов И.В.</i>	Проектирование системы операционной поддержки сети связи на основе микросервисной архитектуры	84
<i>Синицын А.В., Лукьянов С.Э., Байдушин Р.Ю., Цветков П.А.</i>	Реляционная модель устройства узла сети связи для телекоммуникационных систем	105

CONTENT

Economy and Innovations

<i>Tatiana G. Gutium</i>	Measuring and mapping the competitiveness of small and medium enterprises at the district level: evidence from Moldova	5
<i>Marina A. Nekrasova</i>	Sustainable Tourism as a Security Strategy for the Tourism and Hospitality Industry	16
<i>Dmitry V. Mun, Vladislav V. Popeta</i>	Threats and risks of development of the global railway transportation industry in the context of intensive introduction of digital innovative technologies based on artificial intelligence	48
<i>Yulia V. Vylgina, Mikhail Yu. Semakov</i>	Results of the analysis of environmental factors for the implementation of a platform gaming service in the field of public catering	64

Information Processes

<i>Alexander V. Sinitsyn, Alexander A. Zamoshnikov, Sergey A. Selivanov, Sergey Ya. Prokofiev, Ivan V. Tuzov</i>	Design of the communication network operational support system based on microservice architecture	84
<i>Alexander V. Sinitsyn, Stanislav E. Lukyanov, Roman Y. Baydushin, Pavel A. Tsvetkov</i>	Relational model of a communication network node device for telecommunication systems	105

Экономика и инновации / Economy and Innovations

Original article / Оригинальная статья

<https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.01>

УДК 339.137.22(478)

Measuring and mapping the competitiveness of small and medium enterprises at the district level: evidence from Moldova

Tatiana G. Gutium ✉

*National Institute of Economic Research,
Academy of Economic Studies of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova
45 Ion Creanga str., MD-2064, Chisinau, Moldova
✉ gutium.tatiana@ase.md*

Abstract. Most enterprises in Moldova are small and medium-sized enterprises (SMEs). Therefore, to improve the efficiency of regional development in Moldova, develop a strategy for sustainable economic growth, and identify problem areas and potential growth points, it is necessary to assess the competitiveness of SMEs by district in the country. In Moldova, there is no single comprehensive system for evaluating the competitiveness of SMEs. Therefore, the novelty of this study lies in developing an SME competitiveness index, which can be used for district-level assessments and assessments by type of activity. The developed index can be used to assess the effectiveness of state programs, regional development strategies, or those aimed at developing SMEs. The primary methods employed in this study are normalization and the construction of a composite index. The results obtained showed that SMEs by districts are not developing stably. In 2023, the most competitive SMEs were located in the Chisinau municipality and the adjacent districts of Straseneni and Ialoveni. In contrast, in 2019, enterprises from the Briceni and Cimislia districts were in the lead.

Keywords: entrepreneurship, small and medium-sized enterprises (SME), District SME Competitiveness Index, profitability, financial stability

Funding. No funding.

For citation: Gutium T.G. Measuring and mapping the competitiveness of small and medium enterprises at the district level: evidence from Moldova. *Information and Innovations*. 2025;20(1):5-15. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.01>

Измерение и картирование конкурентоспособности малых и средних предприятий на районном уровне: опыт Республики Молдова

Т.Г. Гутюм ✉

*Национальный Институт Экономических Исследований,
Академия экономического образования Молдовы, Кишинёв, Республика Молдова
ул. Ион Крянгэ, д. 45, MD-2064, г. Кишинёв, Молдова*

✉ gutium.tatiana@ase.md

Аннотация. Большинство предприятий в Молдове относятся к малым и средним предприятиям (МСП), поэтому для повышения эффективности регионального развития Молдовы, для разработки стратегии по обеспечению устойчивого экономического роста, для выявления проблемных зон и потенциальных точек роста необходимо оценить конкурентоспособность МСП по районам страны. В Молдове отсутствует единая комплексная система оценки конкурентоспособности МСП, поэтому новизной данного исследования является разработка индекса конкурентоспособности МСП, который может быть использован как для оценки в разрезе районов, так и в разрезе видов деятельности. Разработанный индекс может быть использован для оценки эффективности государственных программ, стратегий регионального развития, либо направленных на развитие МСП. Основными методами, использованными в исследовании, являются метод нормализации и метод построения композитного индекса. Полученные результаты показали, что МСП по районам развивается не стабильно. В 2023 году, наиболее конкурентоспособными оказались МСП муниципия Кишинёв, а также прилегающих к нему Страшенского и Яловенского районов, тогда как в 2019 году лидировали предприятия Бричанского и Чимишлийского районов.

Ключевые слова: предпринимательство, малые и средние предприятия (МСП), индекс конкурентоспособности МСП по районам, рентабельность, финансовая устойчивость

Финансирование. Финансирование отсутствовало.

Для цитирования: Гутюм Т.Г. Измерение и картирование конкурентоспособности малых и средних предприятий на районном уровне: опыт Республики Молдова. *Информация и инновации*. 2025;20(1):5-15. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.01>

INTRODUCTION

Small and medium-sized enterprises (SMEs) comprise the majority of enterprises in Moldova, accounting for 99.2% of the total in 2023. Long-term financial investments in SMEs represented 63.5% of all long-term investments. This sector is the most significant source of employment, accounting for 56.2% [1]. Considering the abovementioned aspects, the development of a District SME Competitiveness Index becomes relevant. This index can identify problem areas, allowing the government to allocate resources more accurately and improve the conditions for business development in each district.

Currently, no comprehensive system is in place to assess the competitiveness of SMEs in Moldova. The novelty of this study is to fill this gap: to develop an SME competitiveness index. This index can be used to assess the competitiveness of SMEs not only territorially but also by type of activity. The use of this index will enable the identification of district differences, pinpoint areas with low levels of entrepreneurial activity and low-competitive SMEs, and facilitate more effective decisions to support SMEs.

The District SME Competitiveness Index has not yet been developed, which is evidence of the novelty of this study. When studying scientific publications in which the subject of the study is the competitiveness of SMEs, the following groups of scientific articles can be distinguished:

- Articles that study the influence of a particular factor (innovation [2], digitalization [3], intellectual capital [4], access to finance [5]) on the competitive advantage of SMEs;

- Articles that assess the competitiveness of enterprises in specific sectors, such as agriculture [6], energy [7], and tourism [8];

- Articles that examine the impact of SME competitiveness on economic growth [9].

Scientific articles also differ in the methodologies used: surveys of SMEs with subsequent analysis of the results [10], expert assessment, comparative analysis [11], structural equation modeling [12], PLS-SEM analysis [13], and the partial least squares method (SmartPLS 3.0) [14].

The subject of this study is SMEs' competitiveness in the district division. The study aims to develop a **District SME Competitiveness Index (DSCI)**. The relevance of this study is that the developed index can become one of the main tools with which it is possible to identify districts in need of strategic measures to support SMEs, to assess the effectiveness of current measures of state support for SMEs, SME assistance programs, the effectiveness of developed regional strategies and programs aimed at improving the business environment and competitiveness. This index can also be used to monitor the implementation of regional development strategies and programs.

METHODOLOGY

The method of constructing a composite index was used to assess the competitiveness of SMEs at the district level because this method allows for taking into account various indicators, from those reflecting the enterprise's financial situation to those reflecting the position of the enterprise on the market. The advantages of this method are that the index enables ranking districts according to their level of SME competitiveness, identifying risk areas, growth reserves, and factors that require improvement, and monitoring the implementation of programs and strate-

gies for entrepreneurship development and regional growth.

The National Bureau of Statistics of Moldova has regularly changed the methodology for calculating indicators over the past ten years, leading to a break in the data series. This situation was created because the Bureau, considering that the Republic of Moldova government has chosen the path of integration into the European Union, proposed to switch to calculating indicators using the methods used in Eurostat. Considering that the method for constructing a composite index contains a data normalization stage, in the case of Moldova, this indicates another advantage of this method. Data normalization and district ranking allow for comparative analysis.

The composite index was constructed in four stages. The first stage involved selecting relevant indicators based on the available data that could be used to calculate them. Twelve indicators listed in Figure 1 were chosen to construct the DSCI.

In the second stage, all twelve indicators, differing in units of measurement, were reduced to a single scale using the normalization method. For this purpose, the following formula Min-Max Normalization was used:

$$x' = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (1)$$

where:

$x_{\max}$ – the maximum value of the variable x ;

$x_{\min}$ – the minimum value of the variable x .

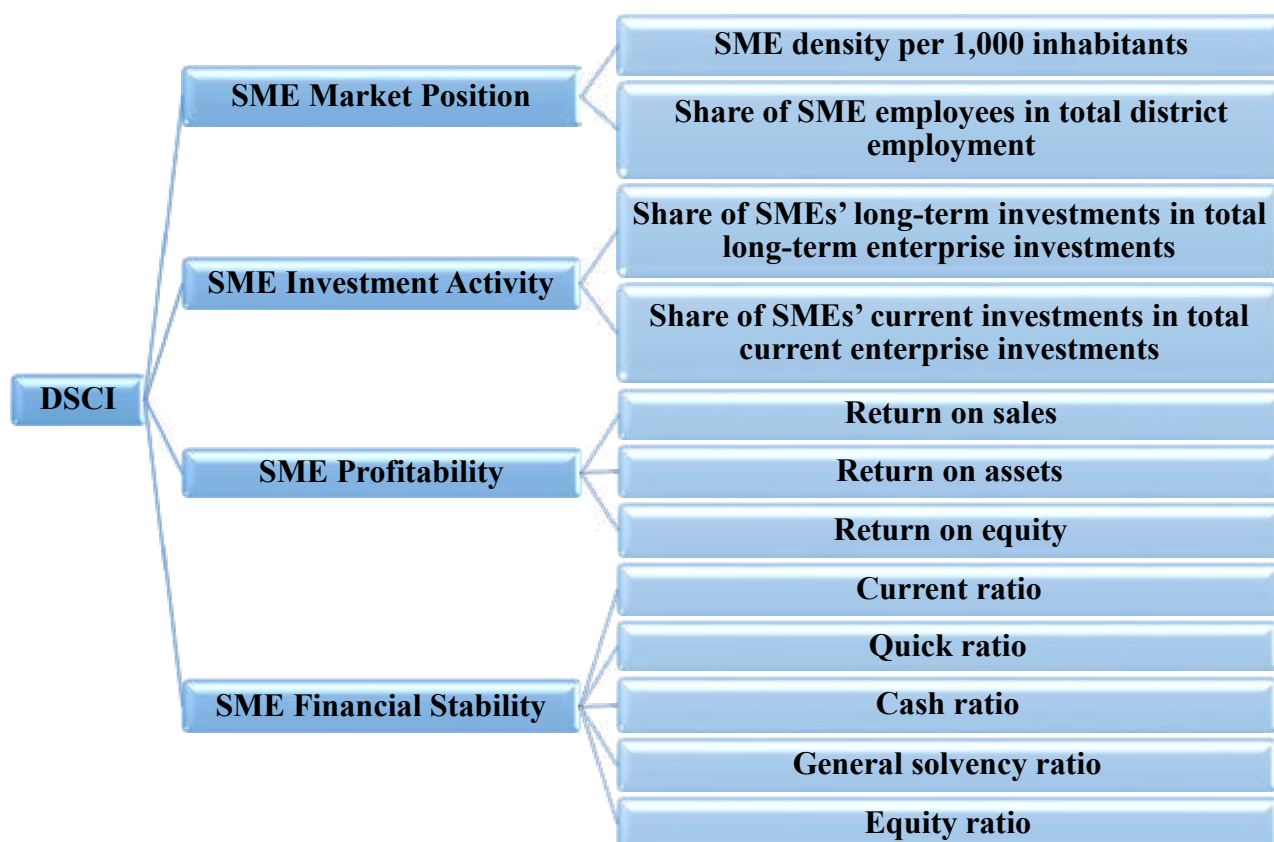


Fig. 1. Structure of the composite index "District SME Competitiveness Index"

Рис. 1. Структура сводного индекса «Индекс конкурентоспособности МСП по районам»

In the third stage, a weighted aggregation of indicators is carried out, which are grouped into sub-indices SI (pillars). The structure of the composite index is built (Fig. 1). For this purpose, one of the following methods is used: weighted arithmetic mean, weighted geometric mean, weighted harmonic mean, principal component analysis (PCA) – based aggregation, analytic hierarchy process (AHP), data envelopment analysis (DEA), etc. In this study, the simple arithmetic mean method is used:

$$SI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

At the final fourth stage, the DSCI is calculated using the formula (3), and the final index is interpreted and visualized on the map (Fig. 2) and in the form of a rating table.

$$DSCI = \frac{1}{4} (SMP + SIA + SP + SFS) \quad (3)$$

where:

SMP – sub-index: SME Market Position;

SIA – sub-index: SME Investment Activity;

SP – sub-index: SME Profitability;

SFS – sub-index: SME Financial Stability.

ASSESSMENT OF THE DISTRICT SME COMPETITIVENESS INDEX

The assessment of SME competitiveness by districts in Moldova for 2023 showed that the highest level was achieved by the following districts and municipalities: Chisinau, Straseni, Ialoveni, Soldanesti, Calarasi (central region), Riscani, Briceni (northern region), Cahul, Cimislia (southern region) (Fig. 2). Districts with a high level of SME competitiveness are not evenly distributed in the country. However, the comparative analysis showed that in the central region, on average, the level of competitiveness is higher than in the northern and southern regions.

The results of the DSCI calculation for 2019-2023 are presented in Table 1. Most districts show variability in the index throughout the analyzed period, indicating instability of business conditions. The instability is caused by the influence of various external factors, such as the COVID-19 pandemic and lockdown (2020), the energy crisis (September 2021 - 2022), high inflation (2022), and weather disasters (drought in 2020 and 2022), regional geopolitical instability, sanctions policy pursued by the USA and the European Union which affected the countries of Western and Eastern Europe.

The most stable growth trend (except for the year of the pandemic) was demonstrated by such districts as Donduseni, Telenesti, and Basarabasca. For example, the DSCI of the Donduseni district increased from 0.399 in 2019 to 0.581 in 2023, the Telenesti district – from 0.376 to 0.549, and the Basarabasca district – from 0.349 to 0.534. According to the ranking in Table 2, the positions of Straseni and Ialoveni districts — adjacent to the Chisinau municipality — have improved, which can be explained by the agglomeration effect and their proximity to the economic center.

The lowest competitiveness level in 2023 was recorded by SMEs in the following districts: Cantemir (0.310) and Taraclia (0.348) in the southern region, Floresti (0.357) and Edinet (0.391) in the northern region. These areas are characterized by less favorable conditions for business development, limited by access to infrastructure and financial resources, and the Cantemir and Taraclia are prone to drought and water deficiency. The most significant declines in the competitiveness of SMEs in 2023 compared to 2019 were recorded in the following districts: Leova (-0.104), Briceni (-0.087), Cimislia (-0.086), Singerei (-0.066), Stefan Voda (-0.054), Hincesti (-0.052).

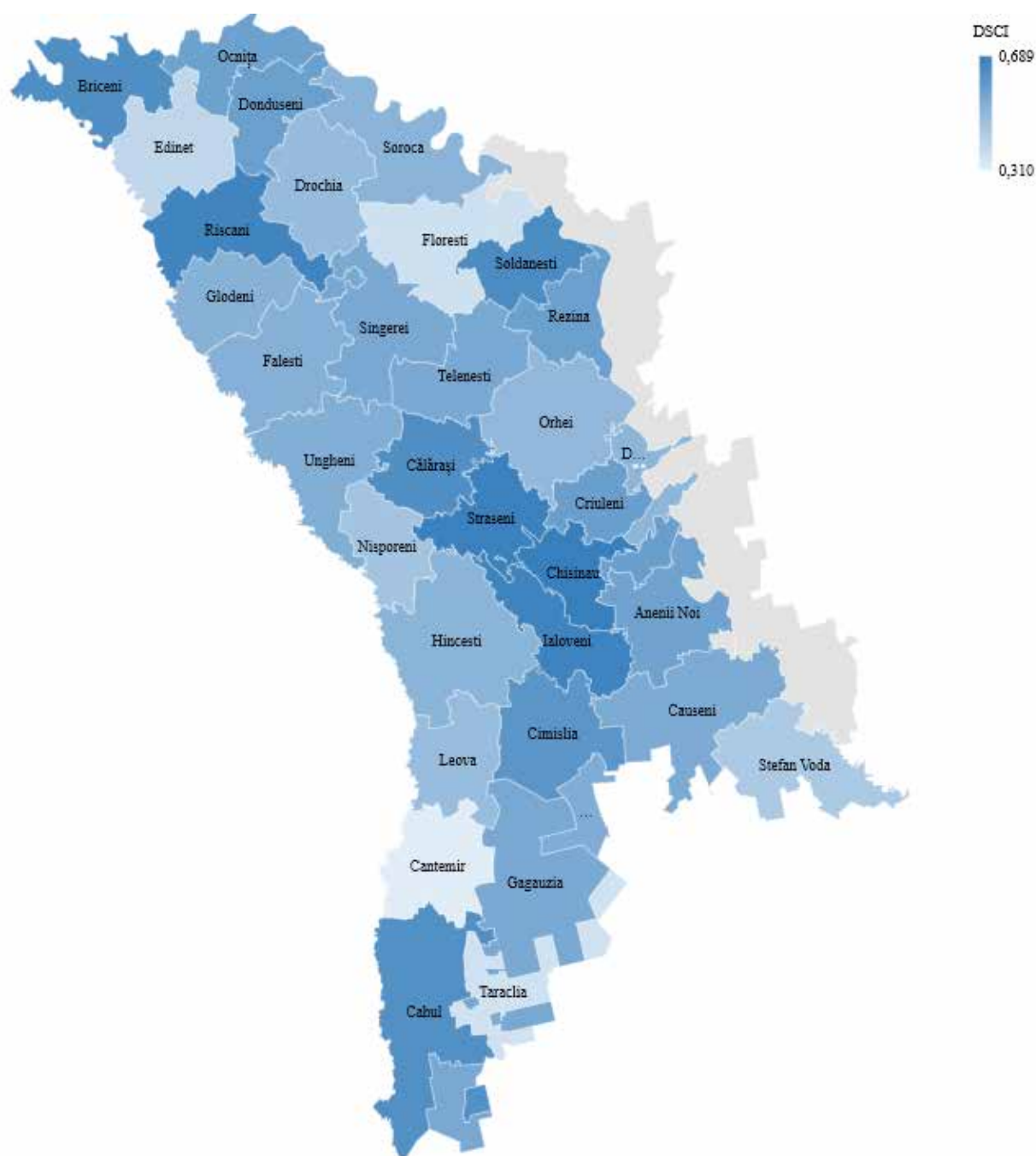


Fig. 2. District SME Competitiveness Index in Moldova, 2023

Рис. 2. Индекс конкурентоспособности МСП по районам в Молдове, 2023 г.

The most negative effect of the pandemic manifested itself in the districts of Leova (DSCI decreased by 0.191) and Sîngerei (DSCI decreased by 0.111). However, if SMEs in the Leova district restored their pre-pandemic level of competitiveness in 2021, then SMEs in the Sîngerei district

could not restore the 2019 level. Based on the data presented in Tables 1 and 2, you can identify districts that were most significantly affected by the COVID-19 pandemic in 2020 and, at the same time, could not restore the level of SME competitiveness in 2021.

Таблица 1. Индекс конкурентоспособности МСП по районам, 2019 - 2023 гг.
Table 1. District SME Competitiveness Index, 2019-2023

District	2019	2020	2021	2022	2023
Balti	0.550	0.571	0.431	0.454	0.549
Briceni	0.726	0.775	0.579	0.625	0.638
Donduseni	0.399	0.344	0.379	0.554	0.581
Drochia	0.493	0.429	0.397	0.510	0.485
Edinet	0.391	0.394	0.374	0.442	0.391
Falesti	0.503	0.552	0.464	0.465	0.522
Floresti	0.323	0.301	0.310	0.388	0.357
Glodeni	0.557	0.623	0.536	0.587	0.520
Ocnita	0.476	0.560	0.533	0.632	0.575
Riscani	0.582	0.737	0.653	0.621	0.669
Singerei	0.614	0.503	0.531	0.580	0.548
Soroca	0.435	0.457	0.406	0.484	0.511
Chisinau	0.671	0.646	0.534	0.643	0.689
Anenii Noi	0.478	0.474	0.394	0.543	0.569
Calarasi	0.533	0.644	0.471	0.581	0.637
Criuleni	0.469	0.405	0.297	0.371	0.584
Dubasari	0.405	0.493	0.420	0.571	0.507
Hincesti	0.562	0.484	0.449	0.573	0.510
Ialoveni	0.568	0.566	0.456	0.591	0.674
Nisporeni	0.411	0.352	0.235	0.376	0.455
Orhei	0.479	0.498	0.388	0.482	0.496
Rezina	0.528	0.487	0.300	0.611	0.578
Straseni	0.505	0.498	0.494	0.629	0.681
Soldanesti	0.665	0.596	0.558	0.654	0.648
Telenesti	0.376	0.317	0.425	0.500	0.549
Ungheni	0.478	0.411	0.392	0.399	0.530
Basarabasca	0.349	0.371	0.522	0.532	0.534
Cahul	0.469	0.554	0.604	0.590	0.633
Cantemir	0.355	0.299	0.579	0.310	0.310
Causeni	0.503	0.431	0.451	0.485	0.542
Cimislia	0.700	0.634	0.593	0.634	0.614
Leova	0.583	0.392	0.600	0.597	0.479
Stefan Voda	0.489	0.402	0.422	0.477	0.435
Taraclia	0.263	0.350	0.363	0.434	0.348
Gagauzia	0.472	0.492	0.506	0.588	0.550

Таблица 2. Рейтинг районов по индексу конкурентоспособности МСП, 2019 - 2023 гг.
Table 2. Ranking of districts by the SME Competitiveness Index, 2019-2023

District	2019	2020	2021	2022	2023
Chisinau	3	3	9	2	1
Straseni	14	14	14	5	2
Ialoveni	8	9	17	10	3
Riscani	7	2	1	7	4
Soldanesti	4	7	7	1	5
Briceni	1	1	5	6	6
Calarasi	12	4	15	14	7
Cahul	24	11	2	11	8
Cimislia	2	5	4	3	9
Criuleni	25	25	34	34	10
Donduseni	29	32	29	18	11
Rezina	13	18	33	8	12
Ocnita	22	10	10	4	13
Anenii Noi	20	20	26	19	14
Gagauzia	23	17	13	12	15
Balti	11	8	20	28	16
Telenesti	31	33	21	22	17
Singerei	5	13	11	15	18
Causeni	16	22	18	23	19
Basarabeasca	33	29	12	20	20
Ungheni	21	24	27	31	21
Falesti	15	12	16	27	22
Glodeni	10	6	8	13	23
Soroca	26	21	24	24	24
Hincesti	9	19	19	16	25
Dubasari	28	16	23	17	26
Orhei	19	15	28	25	27
Drochia	17	23	25	21	28
Leova	6	28	3	9	29
Nisporeni	27	30	35	33	30
Stefan Voda	18	26	22	26	31
Edinet	30	27	30	29	32
Floresti	34	34	32	32	33
Taraclia	35	31	31	30	34
Cantemir	32	35	6	35	35

The competitiveness of SMEs in the Rezina district decreased in 2021 compared to 2019 by 0.228, in the Nisporeni district by 0.176, and in the Criuleni district by 0.172. As a result, their rankings dropped to the following positions in 2021: Rezina (33rd), Criuleni (34th), and Nisporeni (35th). Thus, these districts should be paid special attention in forming a policy of support and restoration of the economy after a pandemic or other shocks.

CONCLUSION

Using the District SME Competitiveness Index highlights the instability of business conditions caused by various external factors. Significant differences in the competitiveness of SMEs are due to infrastructure, economic, and administrative factors. The highest level of competitiveness is observed in the central areas adjacent to the capital of Moldova, as well as in some of the northern districts (Riscani, Briceni) and some of the southern districts (Cahul, Cimislia).

Most SMEs are in the capital of Moldova, in the municipality of Chisinau (60.2% in 2023). An essential factor in the competitiveness of SMEs is the territorial proximity to large economic centers, such as Chisinau. It emphasizes the need for further regional infrastructure development and improving business conditions in the country's peripheral areas.

The results of this study confirm the relevance of the developed index and the need for regular use. This index allows you to identify problem areas and form a directed policy of supporting and stimulating the development of SMEs in different districts. Based on the analysis, it is recommended to pay special attention to areas with a low level of competitiveness (Cantemir, Taraclia, Floresti, Edinet, Stefan Voda, and Nisporeni). It is necessary to develop special business support programs for these districts, including access to financing, improving infrastructure, and information support for entrepreneurship.

CONTRIBUTION OF THE AUTHOR

Tatiana G. Gutium – the concept, collection and analysis of information, preparation and editing of the text.

ВКЛАД АВТОРА

Т.Г. Гутюм – концепция, сбор и анализ информации, подготовка и редактирование текста.

CONFLICT OF INTERESTS

The author declares no relevant conflict of interests.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

1. National Bureau of Statistics of the Republic of Moldova. 2024. Entrepreneurship. https://statistica.gov.md/en/statistic_indicator_details/22
2. Damanik M.J.R., Aisyah N. The Effect of Product Innovation and Entrepreneurial Marketing on SME Competitive Advantage. *Golden Ratio of Data in Summary*. 2024;4(2):1010–1016. <https://doi.org/10.52970/grdis.v4i2.739>

3. Meier A., Eller R., Peters M. Creating competitiveness in incumbent small- and medium-sized enterprises: A revised perspective on digital transformation. *Journal of Business Research*. 2025;186:115028. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2024.115028>
4. Sari S.A., Ahmad N.H. Enhancing Competitiveness of Small Medium-sized Enterprises during the Post-Pandemic through Intellectual Capital and Technology Capabilities. *Global Business Review*. 2025;1. <https://doi.org/10.1177/09721509241301147>
5. Gutium T., Speian O. Access to finance by Moldovan small and medium enterprises: main obstacles and solutions. *The Journal Contemporary Economy*. 2022;7(3):97–108.
6. Abad-Segura E., Castillo-Díaz F.J., Batlles-de-laFuente A., Belmonte-Ureña L.J. Enhancing competitiveness and sustainability in Spanish agriculture: The role of technological innovation and corporate social responsibility. *Business Strategy and Development*. 2024;7(4):e70021. <https://doi.org/10.1002/bsd2.70021>
7. AlKhars M., Masoud M., AlNasser A., Alsubaie M. Sustainable practices and firm competitiveness: an empirical analysis of the Saudi Arabian energy sector. *Discover Sustainability*. 2024;5:146. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00347-7>
8. Kovačić S., Cimbalević M., Pavluković V., Jovanović S. Exploring tourism competitiveness in developing economies: residents' perspective. *Discover Sustainability*. 2024;5:201. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00416-x>
9. Inegbedion H., Thikan P., David J., Ajani J., Peter F. Small and medium enterprise (SME) competitiveness and employment creation: the mediating role of SME growth. *Humanities and social sciences communications*. 2024;11:11. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-02434-y>
10. Ismail M., Haeruddin M., Sahabuddin R., Aslam A., Hamka R., Hasdiansa I. SMEs Competitiveness on Market and Resource Based Integration. *Quality - Access to Success*. 2023;24(195):197–203. <https://doi.org/10.47750/QAS/24.195.23>
11. Gutium T. Competitivitatea bunurilor autohtone pe piața internă și piețele externe. Creșterea economică calitativă: aspecte teoretice și practice. Chișinău: ASEM, 2014:131–138. (In Romanian).
12. Abdul Rahman A.A., Chong P.L., Ong T.S., Teh B.H., Ong T.C. Business network and balanced scorecard: an analysis of small and medium enterprises in Malaysia. *Arab Gulf Journal of Scientific Research*. 2024;42(3):621–635. <https://doi.org/10.1108/AGJSR-10-2022-0218>
13. Fang T.M., Ahmad N.H., Halim H.A., Iqbal Q., Ramayah T. Pathway towards SME competitiveness: Digital capability and digital business model innovation. *Technology in Society*. 2024;79:102728. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102728>
14. Jaaffar A.H., Abd Majid N., Kasavan S., Isa A., Alwi M.N.R., Zahari A.R. The effect of innovative mindset and behavior on innovation performance and competitive advantage: a case of halal SMEs owner-managers from Malaysian energy-intensive industry. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*. 2024;13(1). <https://doi.org/10.1186/s13731-023-00359-z>

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Tatiana G. Gutium, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Leading Scientific Researcher, National Institute of Economic Research, Academy of Economic Studies of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8884-3269>, Scopus ID: 55769213600, Web of Science Researcher ID: AAN-2569-2021; e-mail: gutium.tatiana@ase.md

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Татьяна Георгиевна Гутюм, кандидат экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Национальный Институт Экономических Исследований, Академия экономического образования Молдовы, Кишинёв, Республика Молдова; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8884-3269>, Scopus ID: 55769213600, Web of Science Researcher ID: AAN-2569-2021; e-mail: gutium.tatiana@ase.md

Received / Поступила 18.03.2025

Accepted / Принята 09.04.2025

Экономика и инновации / Economy and Innovations

Оригинальная статья / Original article

УДК 338.48, 332.54

<https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.06>

Устойчивый туризм как стратегия безопасности индустрии туризма и гостеприимства

М.А. Некрасова ✉

Российская экологическая академия

119017, Российская Федерация, г. Москва, ул. Большая Ордынка, д. 29, стр. 1

✉ mnekrasova08@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена актуальной теме устойчивого туризма как стратегии безопасности для индустрии туризма и гостеприимства в условиях современных экологических и социально-экономических вызовов. Основная цель исследования заключается в анализе существующих экологических проблем, лучших устойчивых практик и безопасных технологий в индустрии туризма и гостеприимства, связанных с управлением водными ресурсами при реализации проектов на прибрежных территориях и водных объектах. В ходе исследования используются современные методы изучения роли устойчивого туризма в развитии и экологической безопасности эколого-экономических систем. Предложены и обоснованы рекомендации по улучшению устойчивых практик управления индустрией туризма в условиях вызовов, связанных с климатическими изменениями и водными ресурсами. Исследуются ключевые аспекты устойчивого управления туристскими проектами на воде, рассматриваются существующие проблемы и возможности, а также пути к более эффективному и рациональному использованию водных ресурсов и прибрежных экосистем.

Ключевые слова: устойчивое развитие, риски, безопасность, инновации, экологически безопасные технологии, устойчивый туризм, индустрия гостеприимства, национальный парк

Финансирование. Финансирование отсутствовало.

Для цитирования: Некрасова М.А. Устойчивый туризм как стратегия безопасности индустрии туризма и гостеприимства. *Информация и инновации*. 2025;20(1):16-47. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.06>

Sustainable Tourism as a Security Strategy for the Tourism and Hospitality Industry

Marina A. Nekrasova ✉

Russian Ecological Academy

29, Bolshaya Ordynka St., building 1, 119017, Moscow, Russian Federation

✉ mnekrasova08@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the current topic of sustainable tourism as a security strategy for the tourism and hospitality industry in the context of modern environmental and socio-economic challenges. The main objective of the study is to analyze existing environmental problems, best sustainable practices and safe technologies in the tourism and hospitality industry related to water resources management in the implementation of projects in coastal areas and water bodies. The study uses modern methods for studying the role of sustainable tourism in the development and environmental safety of ecological and economic systems. Recommendations for improving sustainable tourism industry management practices in the context of challenges related to climate change and water resources are proposed and substantiated. Key aspects of sustainable management of water-based tourism projects are studied, existing problems and opportunities are considered, as well as ways to more efficient and rational use of water resources and coastal ecosystems.

Keywords: sustainable development, risks, safety, innovation, environmentally safe technologies, sustainable tourism, hospitality industry, national park

Funding. No funding.

For citation: Nekrasova M.A. Sustainable Tourism as a Security Strategy for the Tourism and Hospitality Industry. *Information and Innovations*. 2025;20(1):16-47. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.06>

ВВЕДЕНИЕ

Российская Федерация — активный участник международной деятельности в сфере экологии и устойчивого развития. На территории Российской Федерации имеют правовой статус более 20 конвенций и соглашений в сфере устойчивого развития, климата, биоразнообразия, сохранения водных экосистем, борьбы с загрязнениями и других. Международное сотрудничество в сфере управления и сохранения водных ресурсов одно из важнейших направлений экологической политики Российской Федерации, так как страна имеет 70 трансграничных бассейнов рек¹. В условиях геополитической напряженности и изменения мирового порядка активно развиваются двусторонние и многосторонние региональные связи на уровне Правительств, экспертов и представителей национальных научных сообществ. Такое парирование глобальных вызовов и формирование возможностей в сфере экологии и устойчивого развития позволяет обмениваться лучшими «зелеными» практиками, экологически безопасными технологиями, развивать устойчивые проекты индустрии туризма и гостеприимства, в том числе водного и экологического туризма во взаимосвязи «вода - климат - безопасность».

По оценкам экспертов, синергетическое взаимодействие климатических приоритетов с экономическим развитием стран и использованием искусственного интеллекта может способствовать достижению более 16% мирового ВВП

¹ Дмитрий Патрушев. Эффективное управление природными ресурсами важно для любого государства и для каждого человека. Участие России в многосторонних соглашениях, международных организациях и объединениях (кроме СНГ). Новости. 23 мая 2025. Москва. URL: <http://government.ru/news/55113/> (дата обращения: 01.03.2025).

к 2030 году. Для достижения таких показателей необходим гибкий и индивидуальный подход к поддержке ЦУР в области устойчивого развития стран и регионов мира. В условиях нарастающих экологических и социально-экономических региональных и глобальных вызовов устойчивый туризм становится важной стратегией обеспечения безопасности всех заинтересованных сторон проектов в индустрии туризма и гостеприимства [1, 2]. По прогнозам ученых-экологов и экономистов в условиях развивающихся климатических изменений лишь около 30% стран мира смогут обеспечить качественной питьевой водой все свое население. В условиях дефицита воды остро встает проблема обеспечения санитарной безопасности и снабжение питьевой водой всех участников туриндустрии. Внедрение принципов и технологий устойчивого развития в индустрию туризма и гостеприимства имеет как актуальные вызовы, так и перспективные возможности [2]².

Для обеспечения безопасности и устойчивого развития туриндустрии основное внимание уделяется внедрению экологических, социальных и управленческих аспектов развития бизнеса (ESG-принципов) [3, 4]³. Эти принципы помогают не только минимизировать негативное воздействие на окружающую среду, но и способствуют созданию более безопасной и инклюзивной среды для туристов и местных жителей. Включение их в управление проектами туриндустрии требует пересмотра бизнес-моделей

² Национальная экологическая инициатива (НЭИ). URL: https://asi.ru/government_officials/nei/ (дата обращения: 01.03.2025).

³ ЭКГ Рейтинг ответственного бизнеса. URL: <https://xn----etbbhpf3axw8i.xn--p1ai/> (дата обращения: 01.03.2025).

и внедрения «зеленых» технологий в маркетинг и логистику [5].

Особую роль в защите национальных интересов стран играют применение национальных стандартов ESG-принципов (Всероссийский ЭКГ-рейтинг), в том числе в концепции устойчивого развития туризма.² Во многих странах существуют различные подходы к реализации этих принципов, что требует учета местных условий и традиций. Это подчеркивает важность адаптации глобальных стратегий к локальным контекстам и экологическим нарративам, что может способствовать более эффективному управлению туристическими и рекреационными ресурсами, в том числе водными.

Одним из ключевых аспектов развития внутреннего водного экологического туризма является государственное регулирование этой деятельности как формы экологического предпринимательства [6, 7]. Анализ исследований в сфере развития заповедного дела показал, что авторы разрабатывают новые подходы к регулированию особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и подчеркивают, что такие меры могут способствовать развитию устойчивого туризма, одновременно защищая природные ресурсы [8, 9, 10].

Рядом авторов предлагается холистический подход к управлению экологическим туризмом на уровне региона. Это подход включает в себя стратегические коммуникации, которые помогают связывать различные заинтересованные стороны туристских проектов — от региональных и муниципальных органов исполнительной власти до туристических компаний — для достижения общей цели устойчивого развития вмещающего региона [11].

Особое внимание исследователями уделяется взаимозависимости цифровизации и темпов достижения целей устой-

чивого развития индустрией туризма и гостеприимства. В условиях взрывного роста AI-технологий, блокчейна и интернета вещей авторы исследований делают акцент на изучение влияния информационных технологий на управление устойчивым развитием в индустрии туризма и гостеприимства. Показано, что цифровые инструменты могут значительно повысить эффективность управления региональными ресурсами, в том числе рекреационными и водными, и улучшить взаимодействие со всеми заинтересованными сторонами туристских проектов, что, в свою очередь, способствует устойчивому региональному развитию [12].

В течение последних 5 лет наблюдается значительный рост научных исследований в сфере изучения взаимосвязи между устойчивостью и безопасностью проектов туристической индустрии и изменениями климата, что привело к развитию разнообразных, в том числе культурных и экологических нарративов [13, 14].

Анализ публикаций показывает общий вывод о необходимости учета климатических изменений при планировании и развитии туристической инфраструктуры, а также адаптации туристического сектора к новым экологическим условиям. Ученые все чаще обращаются к вопросам устойчивости, экологической ответственности и влияния туризма на локальные и глобальные экосистемы, акцентируя внимание на необходимости интеграции климатической политики в стратегическое управление туризмом [15, 16, 17].

Тем не менее, в существующих нарративах все еще остаются заметные пробелы. Во-первых, недостаточно внимания уделяется социальным и культурным аспектам, связанным с изменением климата, и их влиянию на туристические практики. Во-вторых, многие исследования фокуси-

руются на негативных последствиях изменения климата, в то время как позитивные аспекты, такие как возможности для инноваций и устойчивого развития, остаются в тени. Кроме того, существует недостаток междисциплинарного подхода, который мог бы объединить знания из различных областей, таких как экология, экономика, информационные технологии, социология, культурология, коммуникология и стандартософия для более комплексного понимания проблемы и выработки стратегий устойчивости, безопасности и методологии разработки лучших практики. Большинство действующих стандартов и сертификаций в этой сфере не делают акцент на комплексной оценке (табл. 1) [18, 19].

Одним из перспективных направлений исследований в этой сфере является разработка интегрированных экологических нарративов, которые учитывают как национальные и региональные, так и глобальные контексты, а также изучение адаптивных стратегий, которые могут помочь туристическим регионам справляться с последствиями изменения климата. Важно также развивать методы участия заинтересованных сторон, включая местных жителей и социальных комьюнити, власти и бизнес, чтобы создать более устойчивые и инклюзивные модели туризма, способные реагировать на вызовы, связанные с изменением климата.

Таблица 1. Основные характеристики стандартов устойчивого туризма

Table 1. Key characteristics of sustainable tourism standards

Название сертификации	Основное направление	Срок действия	Признание	Основные характеристики
Сертификация Глобального совета по устойчивому туризму (GSTC), <i>GSTC Certification</i> https://www.gstc.org/certification	Устойчивое управление и деятельность в сфере туризма	Зависит от сертифицирующего органа	Во всем мире	Устанавливает мировые стандарты для устойчивых путешествий и туризма
Сертификация EarthCheck, <i>EarthCheck Certified</i> https://earthcheck.org/what-we-do/certification/earthcheck-certified	Экологический менеджмент и устойчивое развитие для туристических организаций	Текущий процесс сертификации	Глобальное	Научный бенчмаркинг, сертификация и консультативная группа.
Биосферно-ответственный туризм, <i>Biosphere Certification for Destinations</i> https://www.biospheretourism.com/en/biosphere-certification-for-destinations/142	Цели ООН в области устойчивого развития	Текущий процесс сертификации	Глобальное	Система онлайн-управления, инструменты поддержки

Продолжение табл. 1 / Continuation of table 1

Название сертификации	Основное направление	Срок действия	Признание	Основные характеристики
Зеленый шаг, <i>Green Step</i> https://greenstep.ca/	Устойчивое развитие туризма	1-3 месяца	Северная Америка	Измерение выбросов углерода, планы действий по борьбе с изменением климата, стратегия устойчивого развития
Сеть устойчивого туризма, <i>Sustainable Tourism Network</i> https://www.sustainabletourismnetwork.ie/stn-membership/	Доступные устойчивые практики	Продлевается	Глобальное	Цели устойчивого развития, процесс аудита
Сертификация устойчивого туризма Rainforest Alliance, <i>Rainforest Alliance Sustainable Tourism Certification</i> https://www.rainforest-alliance.org/business/certification/	Устойчивое управление туристическим бизнесом	Первоначальная оценка плюс ежегодные аудиты	Америка и Карибский бассейн	Фокусируется на экологической, социальной и экономической устойчивости
Сертификация Green Globe, <i>Green Globe Certification</i> https://www.green-globe.com/	Устойчивое функционирование и управление туристическим бизнесом	Ежегодный процесс сертификации	Во всем мире	Структурированная оценка показателей устойчивости туристического бизнеса
Образовательная программа по устойчивому туризму (STEP), <i>Sustainable Tourism Education Program (STEP)</i> https://sustainabletravel.org/	Практики устойчивого туризма для различных секторов туристической индустрии	Зависит от курса	Северная Америка	Предлагает различные уровни сертификации для различных секторов туризма
Зеленый ключ, <i>Green Key</i> https://www.green-key.global/	Экологический менеджмент и устойчивое развитие	3–6 месяцев (ежегодное продление)	Международное (кроме США/Канады)	Корпоративная социальная ответственность, снижение воздействия на окружающую среду

Продолжение табл. 1 / Continuation of table 1

Название сертификации	Основное направление	Срок действия	Призна-ние	Основные характеристики
Программа сертификации экотуризма TIES, <i>TIES Ecotourism Certificate Program</i> https://ecotourism.org/certificate-in-sustainable-tourism-management/	Принципы и практика экотуризма	Самостоя-тельный он-лайн-курс	Междуна-родное	Охватывает пла-нирование, управ-ление и маркетинг экотуризма
Программа сертификации Travelife Certified, <i>Travelife Certified</i> https://staybetterplaces.com/	Устойчивый менеджмент включая заяв-ление о миссии, политику устой-чивого разви-тия и план дей-ствий	3 уровня. Каждые два года	Междуна-родное	Предлагает раз-личные уровни сертификации, ох-ватывает планиро-вание, управление и маркетинг устой-чивого туризма
Система рейтинга LEED, <i>Система рейтинга LEED</i> https://www.usgbc.org/leed	Здоровые, эффективные и экономиче-ски выгодные экологичные здания	4 уровня	Междуна-родное	Подходит для всех типов и фаз про-ектов, включая новое строитель-ство, эксплуата-цию и техническое обслуживание
НПА Рэнкинг устойчивости развития туризма и индустрии гостеприимства в субъектах Российской Федерации, https://www.ra-national.ru/wp-content/uploads/2024/01/rjenking_ustojchivo-go_razvitija_turiz-ma_regiony_rf_nra_17.01.2024.pdf	Устойчивое развитие туриз-ма и индустрии гостеприимства в субъектах Российской Фе-дерации	5 уровней Ежегодный	Россия	Оценка по 34 показателям в 4 блоках: Инфраструктурно-экономический, социально-культурный, экологи-ко-климатический, институциональ-но-управленчес-кий

Продолжение табл. 1 / Continuation of table 1

Название сертификации	Основное направление	Срок действия	Признание	Основные характеристики
Рейтинг и сертификация (EPA) ENERGY STAR и ENERGY STAR NextGen, https://www.energystar.gov/buildings/about-us	Энергоэффективность	Ежегодный (ежегодное продление)	США	Предоставляет инструменты и ресурсы для стратегического управления энергопотреблением. Отели и другая недвижимость
Экомаркировка ЕС EU Ecolabel Tourist Accommodation, Eco-label (EU) https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/eu-ecolabel/eu-ecolabel-tourist-accommodation_en	Эко-инновации в устойчивых товарах и услугах, вклад в достижение цели ЕС по достижению климатической нейтральности к 2050 году и в циклическую экономику	Ежегодная проверка лицензии	ЕС	Управление окружающей средой и отходами, потребление энергии, воды, выбросы от транспорта
TripAdvisor Green-Leaders, https://www.tripadvisor.com/GreenLeaders	Экологически чистых практик,	4 уровня	Международный	Переработка отходов, использование местных и органических продуктов питания, наличие станций зарядки электромобилей
Green Tourism Business Scheme, https://www.greentourism.com/	Практики устойчивого туризма для различных секторов туристической индустрии	3 уровня Ежегодные взносы для поддержки сертификата	Международный, Великобритания	Устойчивый бизнес, вклад в циклическую экономику, экологические, социальные и управленческие решения (ESG), меры по сокращению углеродного следа

Окончание табл. 1 / End of table 1

Название сертификации	Основное направление	Срок действия	Признание	Основные характеристики
Good TravelScan program launched by Good Travel Guide, https://goodtravels-can.com/quiz.html?lang=ru	Практики устойчивого туризма	Ежегодный	Европа, Азия, Африка, Австралия, Америка	Оценка по 27 вопросов уровня устойчивого развития
Европейский стандарт маркировки экотуризма (EETLS), THE EETLS LABELLING STANDARD https://www.greekecotourism.org/en/certification/#certification	Практики устойчивого туризма	3 года, своя программа обучения	ЕС	Около 100 критериев полностью соответствуют критериям устойчивости Глобального совета по устойчивому туризму (GSTC)

В современных условиях устойчивое развитие водных ресурсов и обеспечение безопасности на водных объектах становится особенно актуальным, что связано как с климатическими и экологическими вызовами, так и с социально-экономическими факторами национального развития территорий [20, 21, 22].

С практической точки зрения, туристические компании, отели и другие формы мест размещения туристов должны иметь утвержденные планы по борьбе со стихийными бедствиями, чтобы эффективно справляться с растущим числом климатических угроз, вызванных экстремальными погодными явлениями. Это подчеркивает необходимость документирования потерь и ущерба, понесенных туристическим сектором, что является важным шагом для повышения устойчивости туристической индустрии. Сбор данных о потерях поможет выявить уязвимые места и сферы, требующие внимания для улучшения устойчивости. Кроме того, акцент на изменении климата в туризме подчеркивает важность

сокращения углеродного следа сектора и стремления к климатической нейтральности, что является критическим для защиты чувствительных к климату ресурсов и экосистем.

В последние годы интерес к водному туризму значительно возрос, что привело к необходимости разработки стратегий, направленных на его устойчивое развитие [23]. Анализ публикаций за последние 10 лет показал внимание авторов к ключевым аспектам комплексной безопасности водного туризма, а также стратегиям и подходам, способствующим оздоровлению водных экосистем и улучшению управления водными ресурсами [24, 25].

Ряд авторов посвящая свои исследования устойчивому туризму, подчеркивают важность разработки туристских проектов, которые не только способствуют развитию туристической отрасли, но и оздоровлению водных экосистем. Такие проекты содержат мероприятия по созданию системы эффективного управления водными ресурсами и отходами, что является

важным аспектом для обеспечения устойчивости и безопасности водного туризма. В частности, акцентируется внимание на необходимости интеграции экологических принципов в практику водного туризма, что помогает предотвратить негативное воздействие на окружающую среду [26].

Изменение климата стало одной из центральных тем в исследованиях, связанных с туризмом [13]. В научной литературе обсуждаются тенденции, пробелы и будущие направления исследований, касающиеся влияния климатических изменений на водный туризм. Это требует переосмысления подходов к управлению туристическими направлениями и адаптации к новым условиям, что является важным для обеспечения безопасности туристов и сохранения экосистем.

Еще одним важным направлением исследований является географическая оценка препятствий для развития водного спортивного туризма на реках, в том числе европейских, выявление ключевых проблем, с которыми сталкиваются туристы и разработчик турпроектов [27, 28]. Это подчеркивает необходимость разработки рекомендаций по безопасности, включая использование мобильных информационных помощников, которые могут повысить осведомленность туристов о потенциальных рисках и безопасных маршрутах [29].

В профильной литературе авторы уделяют особое внимание вопросам обеспечения безопасности туристской деятельности на водных объектах и рассматривают их как важный аспект управления рисками. Авторы акцентируют внимание на стратегических подходах к снижению уязвимости человека в условиях изменения водного фактора, а также на важности мониторинга природных процессов и явлений для обеспечения безопасности в бассейнах рек [30]. Такие подходы и страте-

гии основываются на стандартизации, моделировании и прогнозировании эффективности мер парирования опасности в сфере туризма и гостеприимства.

Опасности и риски, связанные с рекреационным водопользованием, становятся предметом международных исследований. Воздействие катастрофических процессов и явлений на рекреационные прибрежные территории и пляжи, а также на здоровье всех участников проектов требует особого внимания, что подчеркивает необходимость комплексного анализа рисков и разработки соответствующих мер для их минимизации [31].

Основная цель исследования заключается в анализе существующих экологических проблем, лучших устойчивых практик и безопасных технологий в индустрии туризма и гостеприимства, связанных с управлением водными ресурсами при реализации проектов на прибрежных территориях и водных объектах, оказывающих значительное рекреационное воздействие и трансформирующих культурные нарративы местного населения.

Необходим анализ существующих экологических проблем в индустрии туризма и гостеприимства в сфере управления водными ресурсами, оценке текущей ситуации в области безопасности туристов на водных объектах и разработке рекомендаций для улучшения управления этой индустрией в условиях современных вызовов, связанных с водными ресурсами.

Необходимо исследовать ключевые аспекты устойчивого управления туристскими проектами на воде, рассмотреть существующие проблемы, возможности и пути к более эффективному и рациональному использованию водных ресурсов и прибрежных экосистем в контексте устойчивого туризма и индустрии гостеприимства.

Анализ существующих подходов, направленных на развитие проектов устойчивого туризма, показал, что в их цели разработчики включают оздоровление водных экосистем, улучшение управления водными ресурсами и обеспечение безопасного водного туризма. Однако, исследовательская и публикационная активность в этой сфере крайне низкая.

1. ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом данного исследования является индустрия туризма и гостеприимства, с особым фокусом на устойчивый туризм и управление водными ресурсами. В рамках исследования рассматриваются как экологические аспекты, так и социально-экономические факторы, влияющие на безопасность туристов и устойчивость туристических проектов, связанных с водными объектами.

Для достижения поставленных целей использовались методы качественного и полуквантитативного анализа, контент-анализа, синтеза, аналогии и абстрагирования, включая аналитический обзор литературы, анализ статистических данных, опросы и интервью с экспертами в области экологии, туризма и управления водными ресурсами. Кроме того, применялись методы сравнительного анализа для оценки успешных практик устойчивого туризма в различных странах и регионах, что позволило выявить ключевые проблемы и возможности для улучшения управления водными ресурсами и создания безопасной среды для туристов.

2. БЕЗОПАСНОСТЬ ВОДНОГО ТУРИЗМА

2.1. Комплексная безопасность современного водного туризма

Комплексная безопасность водного туризма — это система мер безопасности, направленных на защиту участников

водных туров от различных опасностей, угроз и рисков, связанных с осуществлением водного туризма. Она включает в себя организационные, технические, правовые и образовательные аспекты, которые обеспечивают безопасность как на этапе планирования и подготовки к путешествию, так и в процессе его осуществления.

Основными компонентами комплексной безопасности являются создание четкой структуры управления безопасностью, включая правила и процедуры, назначение ответственных лиц, а также взаимодействие с местными органами власти и аварийными службами, обеспечение наличия необходимого оборудования и инфраструктуры для безопасного проведения водных мероприятий, соблюдение международных и национальных нормативно-правовых актов и стандартов, регулирующих деятельность в области водного туризма, включая лицензирование операторов и сертификацию оборудования, обучение туристов и гидов правилам безопасности, оказанию первой помощи, а также специфике местных условий и потенциальным рискам, оценка рисков, связанных с конкретными маршрутами и условиями, а также постоянный мониторинг ситуации в реальном времени для быстрого реагирования на изменения. Комплексная безопасность современного водного туризма направлена на создание безопасной и комфортной среды для участников, минимизацию рисков и обеспечение высоких стандартов качества обслуживания.

2.2. Общие требования к безопасности в водном туризме

Водный туризм – популярное направление надводного (морского, речного, озерного) и подводного отдыха, в том числе, сплавы по рекам, морские круизы, морской каякинг, рафтинг, яхтинг, другие виды

спортивного туризма и активного отдыха на воде. В соответствии с национальным стандартом Российской Федерации (ГОСТ Р 57805-2017 Туристские услуги. Водный туризм. Общие требования) водный туризм — это перемещения по воде с целью отдыха, путешествия, развлечения с использованием различных плавательных средств и/или специального снаряжения. Водный туризм разделяется на организованный и самостоятельный. В условиях самостоятельного туризма организация водных туров, обеспечение плавательными средствами и безопасность участников зависит от непосредственных участников путешествия, тогда как в случаях организованных многодневных путешествий или туров выходного дня за обеспечение средствами перемещения на воде, инвентарем, местами размещения и безопасность отвечают спортивные НКО, клубы, секции и другие специализированные организации различных форм собственности (ГОСТ Р 57806-2017 Туристские услуги в области самостоятельного туризма. Общие требования). В соответствии с нормативно-правовыми актами Российской Федерации взаимоотношения между организатором водного тура и туристами, а также обеспечение безопасности всех участников намечаемой деятельности оформляют договором (ГОСТ 32611-2014 Туристские услуги. Требования по обеспечению безопасности туристов; ГОСТ Р 52025 Услуги физкультурно-оздоровительные и спортивные. Требования безопасности потребителей; ГОСТ Р 54601 Туристские услуги. Безопасность активных видов туризма. Общие положения)⁴.

⁴ Турбизнес 2025: требования законодательства. Законы и нормативные документы в туризме: комментарии, судебная практика, консультации, юридическая помощь. URL: <https://persona-grata.ru/yuridicheskie-uslugi/turbiznes-2025-trebovaniya-zakonodatelstva> (дата обращения: 01.03.2025).

Водный туризм разделяется на категоризированные (спортивный туризм) и не категоризированные категории сложности. Активный отдых на воде можно отнести к неспортивному водному туризму. Однако его безопасность зависит от множества факторов: вида туризма, географического региона, типа судна и устойчивости экосистем.

В морском и прибрежном туризме (круизы, яхтинг, дайвинг) ключевыми для оценки безопасности планируемой деятельности являются волнение моря, штормы, сильные подводные течения, отливы/приливы, столкновения с другими судами и морскими обитателями (скаты, медузы, акулы и другие), проблемы с навигацией и другие технические неисправности судов. Для парирования основных опасностей обязательно наличие коллективных (спасательные и дежурные шлюпки, спасательные плоты, спасательные приборы, плот-каюты) и индивидуальных (спасательные круги, спасательные линии, спасательные жилеты и бушлаты) средств спасения на борту, инструктаж по безопасности для туристов перед выходом в море, использование современных навигационных систем, оборудования, мониторинг метеопрогнозов, регулярная проверка судов и оборудования перед отправлением, наличие спасательных шлюпок, плотов и средств связи для экстренной помощи (спутниковые телефоны, EPIRB, модульный комплекс подводной связи IVA S/W⁵ и другие), соблюдение правил дайвинга (бездекомпрессионные пределы).

⁵ Россияне создали систему беспроводной связи под водой. Аналогов в мире нет. Сетевое издание «CNews» («Синьюс»). URL: https://www.cnews.ru/news/top/2020-11-10_vmf_rossii_oproboval_podvodnyuyu (дата обращения: 01.03.2025).

В речном туризме (каякинг, SUP-бординг) опасности обусловлены мелководьем, быстрым течением, затопленными препятствиями (водоросли, коряги, техногенные объекты и другие), изменением уровня воды, переворотом плавсредств, солнечными ударами, обезвоживанием и требуют для обеспечения безопасности профессионального руководства с опытом работы на реках, при слабой плавательной подготовке отдыха на воде вблизи берега в специально подготовленных и оборудованных местах, использования надувных лодок, каяков, SUP-бордов и других непотопляемых конструкций, устойчивых к сильным течениям, проведения инструктажей по безопасному поведению на воде, наличия средств первой помощи и защитного снаряжения, в том числе запаса питьевой воды и солнцезащитных средств. В озерном туризме (каякинг, SUP-бординг) наиболее опасны неизвестные подводные препятствия, резкое изменение погодных условий, ограниченная видимость. Для предупреждения происшествий необходимо предварительное изучение озера и его особенностей, плавание только в разрешенных и безопасных зонах, использование жилетов и других спасательных средств, обеспечение доступа к медицинской помощи в случае необходимости.

Опасности подводного туризма обусловлены декомпрессионными болезнями, потерей ориентации под водой, проблемами с оборудованием, встречами с опасными морскими животными. Для обеспечения безопасности отдыхающих и спортсменов обязательно предусматривается обучение и сертификация дайверов, использование качественного и проверенного оборудования, погружение только в сопровождении опытных инструкторов, соблюдение правил безопас-

ности при погружении, включая контроль за временем и глубиной погружения.

В организации сплавного туризма на катамаранах, каякинга и рафтинга особое внимание уделяют рискам, связанным с быстрым течением, порогами высокой категории сложности (IV-VI класс), падениями с высоты, травмами при столкновении с камнями, переохлаждении (гипотермия) в холодной воде. Для обеспечения безопасности участников необходимо тщательный подбор маршрутов в зависимости от уровня подготовки группы, инструктаж и сопровождение опытных инструкторов и гидов, использование защитного снаряжения (спасательные жилеты, шлемы и прочее), обязательные регулярные тренировки и инструктажи по технике безопасности.

Безопасность в водном туризме зависит от множества факторов, включая тип водоема, уровень подготовки участников, условия окружающей среды и организацию мероприятий. Важно, чтобы операторы водного туризма уделяли должное внимание всем аспектам безопасности, чтобы обеспечить комфортное и безопасное время активного отдыха для своих клиентов.

2.3. Влияние региона на безопасность водного туризма

Особое значение для обеспечения безопасности коллективного или индивидуального водного туризма имеет физико-географические условия места расположения водного объекта, природно-климатические, экономические условия, культурно-исторические и религиозные традиции.

Высокий риск развития опасных ситуаций на воде для коллективных групп и индивидуальных путешественников определяется в том числе физико-

географическими особенностями региона расположения водного объекта: рельеф местности, превышение над уровнем моря, высота и расположение естественных, искусственных объектов, изрезанность береговой линии (заливы, бухты, мысы, косы, полуострова) и другие формы рельефа. Горные реки в Альпах, на Кавказе, в Гималаях, Кордильерах и других горных системах характеризуются высокой скоростью течения, низкими температурами поверхностных вод, обрывистыми берегами, высокой опасностью развития селевых потоков, камнепадов, оползней, внезапных катастрофических паводков и другими катастрофическими процессами и явлениями. Основными рекомендациями по парированию опасностей, возникающих на горных реках в условиях водных туров, помимо общих, связанных с туризмом и отдыхом на воде и описанных выше являются использование гидрокостюмов, приостановка сплавов в сезон таяния ледников и наводнений. В таких регионах часто наблюдаются сильные течения и пороги, которые могут представлять серьезную опасность для неопытных туристов.

Безопасность требует от участников хорошей физической подготовки, знания техники гребли и умения работать в команде. Сложные береговые линии (обрывы, скалы и другие природные препятствия) могут увеличивать риск травм. Важно иметь четкие маршруты и знаки безопасности, а также проводить предварительную разведку местности. В таких местах требуется высокая квалификация туристов и опытных гидов.

Общие риски и меры безопасности, предусмотренные в действующих международных и национальных стандартах, нормативно-правовых актах в сфере туризма в целом и водного туризма

в частности, недостаточны и требуют детализации так как водоемы разного типа (море, река, озеро, океан и другие) имеют свои собственные риски⁶. Например, в морских, океанических турах одними из основных рисков являются резкое изменение метеорологических условий, катастрофические метеорологические явления (штормы, сильные волны и другие), а, соответственно, ключевыми мерами обеспечения безопасности должно быть наличие опытных капитанов и современного качественного оборудования, средств спасения и связи. В речных круизах на первое место выходят условия уровня режима водного объекта, рельеф дна, выступающие над уровнем дна подводные природные и антропогенные объекты (перемещаемые и не перемещаемые объекты, подводные свалки, затопленные суда и другие плавсредства) и, соответственно, ключевыми элементами безопасности для предотвращения аварийных ситуаций и несчастных случаев становятся мониторинг маршрутов, фарватера, уровня воды

В тропических и субтропических регионах мира (Юго-Восточная Азия, Карибы, Амазония и другие) основными рисками для участников и организаторов морских речных и смешанных туров являются опасные морские течения, нагонные волны, хищные и ядовитые представители местной речной, морской, прибрежной флоры и фауны (рыбы, медузы и другие), высокая влажность, инфекции, высокая солнечная активность и температура атмосферного воздуха. Для парирования

⁶ Турбизнес 2025: требования законодательства. Законы и нормативные документы в туризме: комментарии, судебная практика, консультации, юридическая помощь. URL: <https://persona-grata.ru/yuridicheskie-uslugi/turbiznes-2025-trebovaniya-zakonodatelstva> (дата обращения: 01.03.2025).

опасностей разработчиками маршрутов и туроператорами предусмотрены меры защиты от укусов опасными представителями местной фауны, отравлений и анафилактического шока с участием представителей местной флоры и ранений (спецкостюмы), дезинфекция воды и личная гигиена участников туров.

Водный туризм в умеренных широтах (Европа, Северная Америка, Россия) характеризуется высокой предсказуемостью погодных условий, развитой инфраструктурой спасательных служб, и для обеспечения безопасности участников организованных и самостоятельных водных туров требуется следование местным правилам судоходства и наличие страхового свидетельства.

Природно-климатические условия по маршруту водного тура чаще всего влияют на безопасность участников туристской деятельности в результате реализации сезонных рисков: резкого изменения температуры атмосферного воздуха, количества атмосферных осадков и катастрофических атмосферных явлений этими изменениями обусловленных (штормы, ураганы, тайфуны и другие природные катаклизмы). Туроператоры водных туров должны учитывать сезонные изменения, иметь доступ к актуальному прогнозу погоды, планы экстренной эвакуации и защиты всех участников туристской деятельности на водных объектах.

Важным условием безопасности водных туров является экономическая развитость и стабильность государств, участвующих в организации туристской деятельности на водных объектах. Наличие обеспечивающих инфраструктурных зданий и сооружений (службы спасения, медицинские учреждения, пристани и причалы и прочие), их устойчивость и доступность снижает риски намечае-

мой деятельности на всех этапах организации, проведения и завершения водных туров. Регионы с развитой туристской инфраструктурой могут более эффективно реагировать на чрезвычайные ситуации и соответственно повышать уровень безопасности. Региональные власти и туристические компании должны инвестировать в обучение персонала, подготовку спасателей и поддержание оборудования в рабочем состоянии. Уровень финансирования программ безопасности и контроля над водным туризмом также влияет на уровень защиты. Регионы с высокими бюджетами могут позволить себе более качественное обучение и подготовку инструкторов, современное оборудование и инфраструктуру с высоким уровнем защиты.

Во многих регионах мира уникальность водных туров тесно связана с культурно-историческими особенностями, социальными условиями и религиозными традициями местного населения. В некоторых культурах существуют особые методы управления рисками, которые могут отличаться от международных и национальных стандартов. Уважение к местным традициям и обычаям — основной элемент безопасности, способствующий предотвращению конфликтов с местным населением и повышению уровня безопасности, в том числе в результате увеличения скорости реагирования на чрезвычайные ситуации. В некоторых регионах религиозные традиции могут влиять на график и маршруты водного туризма. Уважение к местным верованиям и обычаям важно для обеспечения безопасности и комфортного пребывания туристов. В регионах, где культура активного отдыха и водного туризма высокоразвита, чаще всего выше уровень просвещения в сфере безопасности жизнедеятельно-

сти. Туристы в таких местах могут быть более подготовлены к рискам и лучше осознавать важность соблюдения правил безопасности. Наличие четких норм и правил, регулирующих водный туризм, может значительно повысить уровень безопасности. В регионах с недостаточно жестким контролем могут возникать ситуации, когда безопасность не обеспечивается должным образом. Регулирование деятельности туроператоров, требование к их лицензированию, развитая система страхования могут способствовать повышению стандартов безопасности.

Таким образом, безопасность водного туризма зависит от множества факторов, включая географические, природно-климатические, экономические и культурные аспекты. Учитывая эти элементы, как операторы водного туризма, так и сами туристы могут значительно снизить риски и обеспечить безопасное и приятное времяпрепровождение на воде. Прежде чем отправляться в путешествие, важно тщательно исследовать регион, ознакомиться с его особенностями и подготовиться соответствующим образом.

Безопасность водного туризма напрямую зависит от специфики региона, включая географические, климатические, экономические и культурные факторы. Эффективное управление рисками требует комплексного подхода, включая развитие инфраструктуры, обучение и повышение просвещенности всех участников туристской деятельности, а также соблюдение международных и национальных нормативных правовых норм. Туристы должны быть внимательны к особенностям региона, в котором они планируют проводить время, и следовать рекомендациям местных специалистов для обеспечения своей безопасности.

2.4. Маломерные суда и их влияние на безопасность водного туризма

Одним из ключевых аспектов безопасности отдыха и туризма на воде является тип судна. Выбор вида судна для тура зависит от условий эксплуатации и определяет уровень риска путешествия или отдыха в зависимости от их конструкции, технических характеристик и назначения.

Одними из ключевых характеристик судов являются конструкция и прочность. Например, катамараны и яхты обладают хорошей первичной и вторичной устойчивостью и маневренностью, что делает их более безопасными при неблагоприятных погодных условиях⁷. Однако, их конструкция требует регулярного технического осмотра и поддержания в эксплуатационном состоянии, для предотвращения возможных аварий. Каноэ и каяки — легкие суда, обладающие меньшей устойчивостью на воде, особенно в условиях сильного ветра или волн. Для безопасного управления ими требуются специальные навыки и знания для исключения или безопасного переворачивания (табл. 2).

Важной характеристикой судов, использующихся в водном туризме, является их размер и вместимость. Маломерными судами обычно легче маневрировать, но они могут быть менее устойчивыми на больших водоемах или в условиях опасных метеорологических явлений. Вместимость таких судов ограничивает спасательных средств на борту. Большие суда обладают большей устойчивостью и способны перевозить большее количество пассажиров, но требуют более сложного управления, технического обслуживания и путей эвакуации в случае экстренной ситуации.

⁷ Стабильность каяка. Справочник. URL: <https://mykayak.ru/stabilnost-kayaka> (дата обращения: 01.03.2025).

Таблица 2. Тип судна и его влияние на безопасность участников морского и речного туризма

Table 2. Type of vessel and its impact on the safety of participants in sea and river tourism

Тип судна	Риски	Меры безопасности
Надувные рафты	Проколы, перевороты	Запасные заплатки, групповое гребля
Жёсткие каяки	Травмы при перевороте	Эскимосский переворот, тренировки
Яхты и катера	Поломка двигателя, шторм	Техобслуживание, аварийные маяки
SUP-борды	Потеря равновесия, течение	Использование линя (страховочного шнура)

Важной характеристикой туристических круизных судов является тип судовой энергетической установки. Наиболее экономичны и распространены суда с дизельной энергетической установкой они позволяют развивать высокую скорость и обеспечивать большую мощность, что важно для безопасного преодоления сложных участков. Однако, они требуют регулярного технического обслуживания. Парусные яхты и суда на воздушной подушке зависят от метеорологических условий, что может быть как преимуществом, так и недостатком. Неправильная оценка метеорологических условий может привести к аварийным ситуациям. Особым направлением в водном туризме стало использование судов с двигателями с питанием от возобновляемых источников энергии в качестве экологически безопасных судов. К ним относятся электромоторные «солнечные» суда с фотоэлектрическими преобразователями энергии, химическими источниками тока и системами электропривода, суда с ветроэлектродвигателями различной конструкции. Они могут быть совершенно автономными даже в длительном плавании, позволяют разместить дополнительное оборудование (биотуалеты, сауны и другие) и подхо-

дят как для малых рек и озер, так и для открытых морей⁸.

Эффективные системы безопасности на туристических судах предусматривают наличие комплекса спасательных средств. Все типы судов оснащаются спасательными и страховочными жилетами, плотами, спутниковой и радиосвязью, медицинскими средствами спасения на воде. В зависимости от типа судов изменяются требования к количеству и типу средств спасения. Современные суда должны быть оборудованы навигационными системами (GPS, ГЛОНАСС, радары) и средствами связи, что позволяет эффективно управлять ситуацией на воде и взаимодействовать с береговыми службами.

Экипажи круизных судов имеют соответствующую квалификацию и опыт для управления конкретным типом судна в различных природно-климатических и географических условиях. Это также касается и пассажиров, которые должны быть обучены правилам безопасного поведения на борту.

Таким образом, влияние типа судна на безопасность водного туризма яв-

⁸ Пополов А. "Солнечным" судам счастливо-го плавания. Наука и жизнь. URL: <https://www.nkj.ru/archive/articles /6051/> (дата обращения: 01.03.2025).

ляется многогранным и требует комплексного подхода. Правильный выбор судна с учетом условий эксплуатации, технического состояния, наличия систем безопасности и квалификации экипажа может существенно снизить риски и обеспечить безопасное и комфортное путешествие.

3. УСТОЙЧИВОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ВОДНОГО ТУРИЗМА

3.1. Международные инициативы по развитию устойчивого туризма

По оценкам Управления ООН по туризму, в 2024 году в мире было зарегистрировано 1,4 миллиарда международных туристов (ночующих посетителей), что на 11% больше, чем в 2023 году и соответствует 99% от до пандемийного периода (2019 год)⁹. Активизация индустрии международного и внутреннего туризма и, как следствие, рост нерационального потребления приводит к потере биоразнообразия, изменению климата и возникновению пандемий. Международное сообщество в сфере туризма создает инициативы по развитию устойчивого туризма, направленные на ускорение разработки и исполнения мер по борьбе с изменением климата, устранению пластика, интеграции принципов циклической экономики, сокращение пищевых отходов, остановку процесса утраты и восстановлению биоразнообразия, внедрение принципов устой-

чивого потребления и производства^{10, 11, 12, 13, 14, 15}.

В последние годы устойчивый туризм стал важным направлением в сфере международного туризма, однако разнообразие подходов и отсутствие единых стандартов могут затруднять его дальнейшее развитие. Для преодоления этих барьеров в настоящее время разрабатывается ряд международных стандартов, которые направлены на формирование принципов устойчивого туризма и создание единой платформы для всех участников отрасли.

Первым значимым шагом в этой области является стандарт ИСО 23405 «Туризм и сопутствующие услуги. Устойчивый туризм. Принципы, терминология и модель». В этом стандарте впервые сформулированы согласованные определения и термины для создания моделей устойчивого туризма. Стандарт отличается высокой степенью универсальности

¹⁰ Декларация Глазго о мерах по борьбе с изменением климата в туризме. URL: <https://www.unwto.org/the-glasgow-declaration-on-climate-action-in-tourism> (дата обращения: 01.03.2025).

¹¹ Глобальная инициатива по пластику в туризме. URL: <https://www.unwto.org/sustainable-development/global-tourism-plastics-initiative> (дата обращения: 01.03.2025).

¹² Circular Economy. URL: <https://www.unwto.org/sustainable-development/circular-economy> (дата обращения: 01.03.2025).

¹³ Глобальная дорожная карта по сокращению пищевых отходов в секторе туризма. URL: <https://www.unwto.org/sustainable-development/food-waste-reduction-in-tourism> (дата обращения: 01.03.2025).

¹⁴ A United Vision for Nature - 'Nature Positive' Report Marks New Collaborative Era in Travel & Tourism. URL: <https://www.unwto.org/nature-positive-travel-and-tourism> (дата обращения: 01.03.2025).

¹⁵ One Planet Sustainable Tourism Programme. URL: <https://www.unwto.org/sustainable-development/one-planet> (дата обращения: 01.03.2025).

⁹ Барометр мирового туризма. URL: [https://www.unwto.org/un-tourism-world-tourism-barometer-data#:~:text=An%20estimated%201.4%20billion%20international%20tourists%20\(overnight%20visitors\)%20were%20recorded,2023%2C%20or%20140%20million%20more](https://www.unwto.org/un-tourism-world-tourism-barometer-data#:~:text=An%20estimated%201.4%20billion%20international%20tourists%20(overnight%20visitors)%20were%20recorded,2023%2C%20or%20140%20million%20more) (дата обращения: 01.03.2025).

и может быть использован как в частных, так и в государственных проектах туризма и индустрии гостеприимства. Использование стандарта в ходе планирования разработки, подготовки и реализации туристических проектов с устойчивой инфраструктурой способствует более эффективному выявлению, оценке и смягчению их негативного воздействия на окружающую среду, местную культуру и социальную сферу. Создание единого языка и принципов для всех участников рынка становится необходимым условием для достижения целей устойчивого развития в туризме, в том числе целей, касающихся защиты и рационального использования водных ресурсов, водных экосистем, прибрежных экосистем суши, доступа населения к чистой питьевой воде и другим.

В стандарте ИСО 21401 «Туризм и сопутствующие услуги. Система менеджмента устойчивости для гостиничных предприятий. Требования» акцент сделан на оценке влияния гостиниц и кемпингов на окружающую среду. В нем устанавливаются экологические, социальные и экономические требования к инфраструктуре гостеприимства, что позволяет внедрять систему управления устойчивым развитием в сфере размещения туристов. В стандарте рассматриваются вопросы прав человека, его здоровья и безопасности, а также управления ресурсами, комплексного подхода к устойчивости инфраструктуры гостеприимства. Такой подход позволяет значительно повысить качество обслуживания туристов и снизить экологические риски намечаемой деятельности в индустрии гостеприимства¹⁶. Стандарт разра-

ботан в соответствии с требованиями ИСО к стандартам управления (ISO 9001 и ISO 14001) и может быть легко интегрирован в любую современную действующую систему управления в индустрии гостеприимства и туризма¹⁷.

Большая детализация к проектированию устойчивых пляжей дается в стандарте ИСО 13009 «Туризм и сопутствующие услуги – Требования и рекомендации по эксплуатации пляжей». В нем разработаны принципы, представлены лучшие практики и подходы, регламентирующие безопасность и инфраструктуру пляжей. Этот стандарт подчеркивает важность не только охраны окружающей среды, но и создания комфортной и безопасной среды для туристов, что в свою очередь способствует росту посещений. Данный стандарт разработан для достижения следующих целей в области устойчивого развития (ЦУР): 8 – «Достойная работа и экономический рост», 11 – «Устойчивые города и населенные пункты», 14 – «Сохранение морских экосистем», 15 – «Сохранение экосистем суши»^{18, 19, 20, 21}.

Необходимую поставщикам услуг информацию в сфере гостеприимства и приключенческого туризма для обеспечения безопасности всех участников содержит стандарт ИСО 20611 «Приключенческий

¹⁷ Цвет устойчивого туризма. URL: <https://www.iso.org/ru/news/ref2409.html> (дата обращения: 01.03.2025).

¹⁸ ИСО - Достойная работа и экономический рост. URL: <https://www.iso.org/ru/sdg/SDG08.html> (дата обращения: 01.03.2025).

¹⁹ Устойчивые города и населенные пункты. URL: <https://www.iso.org/ru/sdg/SDG11.html> (дата обращения: 01.03.2025).

²⁰ Сохранение морских экосистем. URL: <https://www.iso.org/ru/sdg/SDG14.html> (дата обращения: 01.03.2025).

²¹ Сохранение экосистем суши. URL: <https://www.iso.org/ru/sdg/SDG15.html> (дата обращения: 01.03.2025).

¹⁶ ISO/UNDP PAS 53002:2024 Guidelines for contributing to the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs). URL: <https://www.iso.org/ru/standard/87945.html> (дата обращения: 01.03.2025).

туризм. Надлежащая практика для устойчивости. Требования и рекомендации». Этот стандарт актуален в условиях роста популярности активного отдыха и экотуризма, когда безопасность и устойчивость становятся особенно важными для сохранения экосистем. Данный стандарт разработан для достижения ЦУР 11 «Устойчивые города и населенные пункты».

Дополнительно эксперты Международной организации по стандартизации (ISO) разработали международные стандарты, касающиеся любительского организованного и индивидуального дайвинга (ИСО 21416 и ИСО 21417), которые предназначены для внедрения лучших практик экологически безопасного, устойчивого дайвинга и повышения уровня экологического просвещения дайверов. Эти стандарты имеют особое значение для защиты морских экосистем, сохранения качества ресурсов пресной воды, применения комплексных подходов к освоению водных ресурсов, рационального ведения водного хозяйства и водопользования.

Таким образом, разработка международных стандартов в области устойчивого туризма является необходимым шагом для создания единой платформы для всех заинтересованных сторон проектов. Стандарты ИСО не только способствуют улучшению экологической, социальной и экономической устойчивости туристических услуг, но и создают основу для безопасного и ответственного туризма, что в конечном итоге может привести к более гармоничному взаимодействию между туристами и окружающей средой. Эти инициативы имеют потенциал не только для улучшения качества туристических услуг, но и для формирования положительного имиджа туристической отрасли на глобальном уровне.

Международные стандарты в сфере устойчивого туризма, в том числе водного, экологического, направлены на унификацию лучших практик, механизмов, инструментов парирования антропогенных, техногенных, природно-климатических угроз и выработку рекомендаций. Ключевыми антропогенными и техногенными угрозами водного туризма населению и водным ресурсам являются загрязнение поверхностных вод (сбросы, выбросы, отходы), уничтожение прибрежных экосистем суши и водных объектов. Парирование опасностей, вызванных природно-климатическими рисками (изменения климата, потеря биоразнообразия), выражающихся, например, в непредсказуемости наводнений, конфликтах с местным населением за оскудевающие водные ресурсы, морепродукты из-за превышения рекреационной нагрузки на водные объекты и прибрежные территории возможно предотвратить в результате развития программ международного и внутреннего водного туризма. Для предотвращения негативного воздействия водного туризма на окружающую среду в международных и национальных стандартах рекомендуется соблюдение принципов устойчивого туризма и поддержка региональных и муниципальных программ по охране уникальных водных объектов, обучение и просвещение заинтересованных сторон перед сложными водными маршрутами, использование только сертифицированного снаряжения, непрерывный доступ к краткосрочным природно-климатическим прогнозам погоды и экологической обстановке.

3.2. Основные принципы устойчивого туризма

В условиях современного мира, где изменения климата, социальные конфликты и пандемии становятся всё более акту-

альными, устойчивый туризм занимает центральное место как важная стратегия безопасности для индустрии туризма и гостеприимства. Он не только способствует сохранению природных ресурсов и культурно-исторических ценностей, но и обеспечивает социальную и экономическую стабильность районов размещения, что делает его неотъемлемым элементом в планировании и развитии туристических направлений.

Устойчивый туризм подразумевает ответственное использование природных ресурсов, что включает минимизацию воздействия на окружающую среду, использование возобновляемых источников энергии и снижение выбросов углерода. Например, отели, применяющие солнечные электро- и теплостанции, системы очистки и повторного использования воды, не только способствуют охране природы, но и снижают свои операционные расходы, что, в свою очередь, повышает их конкурентоспособность на рынке.

Поддержка местного населения является еще одним важным аспектом устойчивого туризма. Это может проявляться в использовании локальных продуктов, найме местных жителей и инвестировании в социальные инициативы. Такой подход не только улучшает качество жизни местного населения, но и создает уникальный туристический опыт, что привлекает больше посетителей. Гастрономические туры, основанные на локальной кухне, могут стать основой для устойчивого развития региона.

Устойчивый туризм также способствует повышению безопасности как для туристов, так и для местных жителей. Разработка планов управления рисками, направленных на предотвращение стихийных бедствий и обеспечение

здоровья, становится необходимостью. Создание безопасной инфраструктуры в рамках устойчивого туризма помогает предотвратить инциденты и улучшает общий имидж региона как безопасного направления для путешествий. Кроме того, устойчивый туризм помогает адаптироваться к изменениям в глобальной среде. Пандемия COVID-19 продемонстрировала уязвимость индустрии туризма и гостеприимства. Страны, которые уже внедрили принципы устойчивого развития, смогли быстрее адаптироваться к новым условиям, предлагая гибкие условия бронирования и акцентируя внимание на внутреннем туризме. Это подчеркивает важность устойчивости как неотъемлемой части стратегии безопасности.

Таким образом, устойчивый туризм представляет собой не только тренд, но и необходимость для индустрии туризма и гостеприимства. Он обеспечивает сохранение экосистем и культурного наследия, а также создает безопасные, стабильные и привлекательные условия для путешествий. Инвестируя в устойчивость, мы закладываем фундамент для будущего, где туристическая индустрия будет процветать, а окружающая среда и местные сообщества будут защищены.

3.3. Устойчивый водный туризм в национальных парках

Устойчивый водный туризм представляет собой важное направление в сфере экологических путешествий, цель которого минимизировать негативное воздействие на окружающую среду и поддерживать биологическое разнообразие. Национальные парки, обладая уникальными экосистемами и природными ресурсами, играют ключевую роль в развитии устойчивого туризма. Эти территории не только служат местом для отдыха и развлечения

ний, но и выполняют важные функции по охране природы и сохранению культурного наследия.

Проблема развития водного туризма в национальных парках, в том что он может оказывать значительное влияние на экосистемы, включая загрязнение водоемов, разрушение береговых линий и нарушение естественной среды обитания представителей местной флоры и фауны. Увеличение числа туристов и нерациональное использование природных ресурсов приводят к ухудшению состояния экосистем и снижению их биоразнообразия. Это подчеркивает необходимость разработки стратегий, направленных на устойчивое развитие данного вида туризма, чтобы минимизировать его негативные последствия и обеспечить долгосрочную защиту природных ресурсов.

В связи с этим можно выделить 3 основных принципа устойчивого водного туризма.

Первый основополагающий принцип — это минимизация воздействия на окружающую среду. Устойчивый водный туризм предполагает использование экологически чистых средств передвижения, например таких как каяки и SUP-доски, которые оказывают минимальное воздействие на окружающую среду. Эти средства передвижения способствуют более тесному взаимодействию с природой и позволяют туристам насладиться её красотой без ущерба для экосистем.

Вторым важным по значимости принципом является экологическое образование и просвещение всех заинтересованных сторон туристических проектов. Например, необходимо развивать программы обучения для туристов, чтобы они осознавали важность сохранения экосистем и соблюдали правила поведения в заповедной природной среде. Про-

граммы экологического просвещения могут включать в себя семинары, экскурсии и информационные материалы, которые помогают туристам понять, как их действия могут повлиять на окружающую среду.

Третьим важным основополагающим принципом устойчивого водного туризма является сотрудничество с местным населением. Вовлечение местных жителей в туристическую деятельность способствует экономическому развитию и поддержанию на высоком уровне сохранности культурно-исторического наследия района. Например, сотрудничество с местными предпринимателями, предоставляющими услуги и товары, а также организацию мероприятий, которые отражают традиции и культуру данного региона.

Яркими примерами устойчивого водного туризма, например, являются:

- Заповедник Умакао в Пуэрто-Рико (Reserva Natural de Humacao)²². Программа по охране мангровых лесов, в рамках которой туристы могут участвовать в посадке деревьев и очистке берегов²³. Это не только способствует восстановлению экосистем, но и формирует у туристов чувство ответственности за сохранение природы.

- Национальный парк Мореми и дельта реки Окаванго (Ботсвана)²⁴. Экологиче-

²² Punta Santiago Reserva Natural de Humacao. URL: <https://www.discoverpuertorico.com/profile/punta-santiago-reserva-natural-de-humacao/7844> (дата обращения: 01.03.2025).

²³ Walking, Biking & Kayaking in the Humacao Nature Reserve. URL: <https://www.puertoricodaytrips.com/humacao-nature-reserve/> (дата обращения: 01.03.2025).

²⁴ Дельта реки Окаванго и Национальный парк Мореми. URL: <https://www.veneratour.com/botswana/delta-reki-okavango-i-natsionalnyy-park-moremi/> (дата обращения: 01.03.2025).

ские туры на каноэ, которые позволяют туристам исследовать дельту Окаванго без вреда для экосистемы. Такие туры организуются с учетом принципов устойчивого развития и минимизации воздействия на окружающую среду.

- Национальный парк «Угра» (Российская Федерация). В парке осуществляется контроль за туристической деятельностью, что позволяет ограничить количество посетителей в наиболее уязвимых экосистемах²⁵. Использование экологически чистых транспортных средств, таких как каяки и каноэ, способствует снижению негативного влияния на водные ресурсы. Парк проводит экологические образовательные программы для туристов, которые включают в себя семинары, экскурсии и мастер-классы. В рамках устойчивого водного туризма парк активно вовлекает местных предпринимателей, предоставляющих локальные услуги и товары, а также организует культурно-исторические мероприятия, отражающие традиции и культуру региона. В рамках программы «Сохраним Угру» туристы могут участвовать в мероприятиях по очистке берегов реки и высадке деревьев, что не только помогает восстановить экосистему, но и формирует у них чувство ответственности за окружающую природу. Кроме того, парк предлагает туристам экологические маршруты, которые позволяют исследовать уникальные природные ландшафты без ущерба для окружающей среды. Экскурсии на каяках по реке Угра предоставляют возможность увидеть редкие виды растений и животных, обитающих в этом регионе, и способствуют привлечению внимания к необходимости их охраны. Национальный парк

²⁵ Национальный парк «Угра». URL: <https://parkugra.ru/about/obschie-svedeniya/> (дата обращения: 01.03.2025).

«Угра» стал пилотным проектом в рамках федерального проекта «Сохранение биологического разнообразия и развитие экологического туризма» в национальном проекте «Экология» в 2018 году. Примеры лучших практик, применяемых в национальном парке «Угра», могут служить моделью для других регионов, стремящихся развивать устойчивый туризм на основе охраны природных ресурсов и культурно-исторического наследия²⁶.

Таким образом, устойчивый водный туризм в национальных парках представляет собой важный инструмент сохранения природных ресурсов и экосистем, способствующий реализации Цели устойчивого развития 6 (ЦУР 6) ООН в рамках программ развития водного туризма²⁷. Разработка и внедрение устойчивых практик поможет обеспечить гармоничное сосуществование человека и природы, способствуя развитию как туризма, так и охраны окружающей среды²⁸.

Рекомендации:

1. Разработка местных стратегий по устойчивому туризму с учётом специфики экосистем и культурного контекста.
2. Проведение регулярных исследований воздействия туризма на окружающую среду, что позволит своевременно корректировать стратегии управления.
3. Поддержка инициатив по охране окружающей среды и вовлечению мест-

²⁶ Волонтерская программа. URL: <https://parkugra.ru/sotrudnichestvo/volontyorstvo/> (дата обращения: 01.03.2025).

²⁷ Tourism and SDG 6 Clean Water and Sanitation. URL: <https://tourism4sdgs.org/wp-content/uploads/2023/10/SDG-6-Single-Fact-sheet.pdf> (дата обращения: 01.03.2025).

²⁸ Управление водными ресурсами. URL: <https://www.unwto.org/sustainable-development/unwto-international-network-of-sustainable-tourism-observatories/tools-water-management> (дата обращения: 01.03.2025).

ных сообществ в туристическую деятельность, что будет способствовать экономическому развитию и сохранению культурного наследия.

Для более подробной информации можно ознакомиться с актуальными документами и исследованиями по устойчивому туризму, которые помогут в разработке и внедрении эффективных стратегий управления водными ресурсами в контексте устойчивого туризма на официальном сайте Всемирной туристской организации²⁹. Видение руководства ООН по туризму признает наиболее острые проблемы, с которыми сталкивается туризм, и определяет способность этого сектора экономики преодолевать их и способствовать более масштабным позитивным изменениям, включая возможности, которые устойчивый туризм предлагает для достижения 17 целей в области устойчивого развития (ЦУР).

3.4. Достижение Цели устойчивого развития 6 ООН в устойчивом водном туризме

Цель устойчивого развития 6 (ЦУР 6), установленная Организацией Объединенных Наций, направлена на обеспечение доступности санитарных услуг и устойчивого управления водными ресурсами³⁰. В контексте программ развития водного туризма реализация данной цели может осуществляться через комплекс мероприятий, способствующих охране водных ресурсов, прибрежных и водных экосистем.

²⁹ Официальный сайт руководства ООН по туризму. URL: <https://www.unwto.org/resources/un-tourism> (дата обращения: 01.03.2025).

³⁰ Tourism and SDG 6 Clean Water and Sanitation. URL: <https://tourism4sdgs.org/wp-content/uploads/2023/10/SDG-6-Single-Fact-sheet.pdf> (дата обращения: 01.03.2025).

Важным элементом программ развития водного туризма является включение мер по защите и восстановлению прибрежных и водных экосистем рек, озер и водно-болотных угодий суши и морей и океанов. Эти меры способствуют поддержанию биоразнообразия и обеспечивают устойчивое функционирование водных экосистем, что, в свою очередь, создает основу для развития устойчивого туризма.

Туристические компании могут разрабатывать и реализовывать образовательные программы для туристов и других заинтересованных сторон проектов с целью повышения уровня просвещения о важности сохранения водных ресурсов и прибрежных и водных экосистем суши и моря. Образовательные инициативы способствуют формированию у туристов ответственного отношения к окружающей среде и содействуют более бережному использованию природных ресурсов, в том числе водных. В ходе реализации проектов водного туризма могут развиваться лучшие практики, минимизирующие негативное воздействие на водные ресурсы. В частности, это может включать использование экологически чистых транспортных средств и технологий, которые снижают уровень загрязнения и способствуют сохранению водных экосистем.

Туристические компании для улучшения доступа к чистой воде и в целом качества жизни местного населения включают в проекты развития территорий строительство очистных сооружений и водозаборных станций.

Развитие туризма и гостеприимства в сфере путешествий и отдыха на воде может играть важную роль в поддержке местного населения, обеспечивая их участие в управлении водными ресурсами и распределении доходов от туризма.

Сотрудничество с местными жителями позволяет учитывать их интересы и потребности, что способствует более эффективному и устойчивому управлению ресурсами.

Создание и поддержка устойчивой инфраструктуры для индустрии туризма и гостеприимства, способствующей устойчивому управлению водными ресурсами, является ключевым аспектом в формировании ESG-рейтинга туристических компаний. Инфраструктура устойчивого водного туризма включает в том числе очистные сооружения, системы сбора дождевой воды и другие технологии, способствующие рациональному использованию водных ресурсов.

Таким образом, реализация перечисленных мер не только способствует достижению ЦУР 6, но и поддерживает другие цели устойчивого развития, обеспечивая гармоничное взаимодействие человека с природой. Устойчивый водный туризм выступает важным инструментом в этом процессе, способствуя охране окружающей среды и улучшению качества жизни местных сообществ.

3.5. Современные технологии рационального управления водными ресурсами в индустрии туризма и гостеприимства

Вода является ключевым ресурсом для устойчивого развития туристической индустрии и гостиничного бизнеса. Эффективное управление водными ресурсами не только минимизирует экологическое воздействие, но и повышает конкурентоспособность туристических регионов, обеспечивая их долгосрочное экономическое развитие. В условиях роста дефицита воды и усиления экологических требований внедрение современных технологий водопользования становится

критически важным фактором успешного функционирования отрасли.

Водные ресурсы играют ключевую роль в развитии туристической деятельности, обеспечивая безопасное и бесперебойное снабжение туристов и персонала качественной питьевой водой. Водные объекты (пляжи, бассейны, аквапарки, зоны для дайвинга и водного спорта) являются ключевыми факторами рекреационной привлекательности туристических проектов. В то же время для достижения принципов устойчивого развития территорий инфраструктурные проекты должны быть обеспечены технологиями рационального использования водных ресурсов для хозяйственно-бытовых нужд. Эксплуатация гостиниц, ресторанов и сопутствующей инфраструктуры требует значительных объемов воды для санитарных и технических целей.

Неэффективное управление водопотреблением может привести к истощению местных водных источников, ухудшению экологической ситуации и снижению туристической привлекательности региона. Внедрение цифровых технологий позволяет оптимизировать водопользование в гостиничных комплексах и туристических зонах. К таким технологиям относятся:

- **Датчики мониторинга** – контроль уровня, расхода и качества воды в режиме реального времени.
- **Автоматизированные системы управления** – регулирование подачи воды, предотвращение утечек и минимизация потерь.
- **Системы предиктивной аналитики** – прогнозирование пиковых нагрузок и оптимизация водопотребления. Альтернативные источники водоснабжения позволя-

ют снизить нагрузку на централизованные системы. К таким технологиям относятся:

- **Сбор и фильтрация дождевой воды** для использования в технических целях (полив зеленых зон, смыв в санузлах, мойка территорий).

- **Интеграция с системами водоотведения** для повышения качества воды и расширения сфер применения.

Повторное использование воды является важным элементом устойчивого водопользования.

Применяемые технологии:

- **Локальные очистные сооружения** (ЛОС) – биологическая и механическая очистка сточных вод с последующим использованием для орошения или технических нужд.

- **Системы замкнутого цикла** – рециркуляция воды в бассейнах, SPA-комплексах и системах охлаждения.

Анализ международного опыта рационального водопользования в туризме показал, что ряд стран демонстрирует лучшие практики внедрения инновационных решений:

- Австралия – применение умных систем водоснабжения в туристических зонах с высокой рекреационной нагрузкой (Голд-Кост, Большой Барьерный риф)^{31, 32}.

- Испания – в условиях средиземноморского климата обязательное оснащение отелей системами сбора дождевой воды, экосертификаты (Biosphere Responsible Tourism, European Ecotourism

³¹ Policy, planning and investment. URL: <https://www.detsi.qld.gov.au/great-barrierreef/protecting#:~:text=The%20 joint%20 Australian%20and%20Queensland,global%20 action%20in%20key%20areas> (дата обращения: 01.03.2025).

³² Australia Bushfires And The Threat to Drinking Water, Ecosystems. URL: https://www.ooskanews.com/story/2020/01/australia-bushfires-and-threat-drinking-water-ecosystems_179125 (дата обращения: 01.03.2025).

Labeling Standard (EETLS), Hotel Regenerativo Competitivo и другие), использование возобновляемые источники энергии (солнечная, геотермальная энергия, биомасса) для производства энергии в отеле, «зеленые» отели и другие³³.

- ОАЭ – использование опреснительных установок и рециркуляционных систем в условиях экстремального дефицита воды³⁴.

Эффективное управление водными ресурсами в индустрии туризма и гостеприимства является необходимым условием устойчивого развития территорий³⁵. Внедрение современных технологий, таких как интеллектуальные системы мониторинга, сбор дождевой воды и рециркуляция сбросов, позволяет снизить экологическую нагрузку, повысить экономическую эффективность и улучшить качество обслуживания туристов. Дальнейшее развитие данного направления требует междисциплинарного подхода, включающего государственное регулирование, инвестиции в инновации и экологическое просвещение участников рынка.

³³ Испания отели: эко. URL: <https://www.travelmyth.ru/%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F/%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B8/%D1%8D%D0%BA%D0%BE> (дата обращения: 01.03.2025).

³⁴ Устойчивые и эко-отели в Объединенных Арабских Эмиратах. URL: <https://etichotels.com/ru/%D0%9E%D0%B1%D1%8A%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5%D0%90%D1%80%D0%B0%D0%B1%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%D0%AD%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%8B> (дата обращения: 01.03.2025).

³⁵ Устойчивый туризм: бережливые технологии, безбарьерная среда и лояльность туристов. RUSSPASS 07.10.2024. URL: <https://mag.russpass.ru/business/rubric/biznes/ustojchiviy-turizm-berezhlivye-tehnologii-bezbarernaya-sreda-i-lojalnost-turistov> (дата обращения: 01.03.2025).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Устойчивое развитие индустрии туризма и гостеприимства требует комплексного подхода, который учитывает как глобальные тренды, так и национальные особенности. Устойчивый туризм — это не только стратегия безопасности для индустрии туризма и гостеприимства, но также ключ к ее долгосрочному эффективному развитию и вкладу в ВВП региона.

Внедрение ESG-принципов, развитие экологического туризма, в том числе водного, использование экологически безопасных технологий, возобновляемых источников энергии и цифровых инструментов позволит не только минимизировать негативное воздействие на окружающую среду, но и создать более безопасные и привлекательные условия для всех участников проектов индустрии туризма и гостеприимства.

Разработка эффективных стратегий, направленных на устойчивое управление водными экосистемами, является ключевым фактором для обеспечения безопасности и устойчивости туристической деятельности. Комплексная безопасность водного туризма требует мультидисциплинарного подхода, который учитывает экологические, социальные и экономические возможности и риски вмещающего региона.

Анализ исследований и безопасных технологий в сфере водного туризма показал необходимость дальнейшей постановки целей изучения и разработки лучших практик и возможностей, направленных на формирование устойчивого и безопасного для всех участников проектов водного туризма.

ВКЛАД АВТОРА

М.А. Некрасова – концепция, сбор информации, подготовка и редактирование текста.

CONTRIBUTION OF THE AUTHOR

Marina A. Nekrasova – the concept, collection of information, preparation and editing of the text.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTERESTS

The author declares no relevant conflict of interests.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ/ REFERENCES

1. Макушева О.Н., Коновалова Е.Е., Малькова Т.В. Видение путей устойчивого развития индустрии туризма и гостеприимства. *Вестник Академии права и управления*. 2024;(3):163-172. EDN WPFZDO. https://doi.org/10.47629/2074-9201_2024_3_163_172
Makusheva O.N., Konovalova E.E., Malkova T.V. Vision of sustainable development of the tourism and hospitality industry. *Vestnik Akademii prava i upravleniya*. 2024;(3):163-172.(In Russ.). EDN WPFZDO. https://doi.org/10.47629/2074-9201_2024_3_163_172
2. Polukhina A., Sheresheva M., Napolskikh D., Lezhnin V. Regional tourism ecosystem as a tool for sustainable development during the economic crisis. *Sustainability*. 2024; 16(2),884; <https://doi.org/10.3390/su16020884>

3. Витковская Н.Г., Ухина Т.В., Саркисов Л.С. Развитие туризма под влиянием принципов ESG. *Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки*. 2024;(4):196-200. <https://doi.org/10.23672/SAE.2024.4.4.008>
Vitkovskaya N.G., Ukhina T.V., Sarkisov L.S. Tourism development influenced by ESG principles. *Humanities, social-economic and social sciences*. (In Russ.). 2024;(4):196-200. <https://doi.org/10.23672/SAE.2024.4.4.008>
4. Гуриева Л.К., Кучумов А.В., Еремичева П.Ю. Национальные особенности применения ESG-принципов в концепции устойчивого развития туризма. *Вестник Северо-Осетинского государственного университета имени К. Л. Хетагурова*. 2024;(3):161-170. <https://doi.org/10.29025/1994-7720-2024-3-161-170>
Gurieva L.K., Kuchumov A.V., Eremicheva P.Y. National Features of ESG-principles Application in the Concept of Sustainable Tourism Development. *Bulletin of the North Ossetian State University named after K. L. Khetagurov*. 2024;(3):161–170. (In Russ.). <https://doi.org/10.29025/1994-7720-2024-3-161-170>
5. Любименко А.И., Фурсова Е.А., Андрисян И.Ф. Зеленые технологии в маркетинге туризма и в логистическом сервисе. *Экономические науки*. 2024;(232):461-466. <https://doi.org/10.14451/1.232.461>
Lyubimenko A.I., Fursova E.A., Andresyan I. F. Green technologies in tourism marketing and logistics services. *Economic Sciences*. 2024;(232):461-466. (In Russ.). <https://doi.org/10.14451/1.232.461>
6. Шевчук А.В., Медведева О.Е., Толстоухова И.С., Кочергин А.С., Некрасова М.А., Добрянский А.С., Артеменков А.И. Оценка вклада ООПТ в социально-экономическое развитие региона. Методология и методика. Москва: «Роликс», 2024. 200 с.
Shevchuk A.V., Medvedeva O.E., Tolstoukhova I.S., Kochergin A.S., Nekrasova M.A., Dobryansky A.S., Artemenkov A.I. Assessment of the contribution of protected areas to the socio-economic development of the region. M., Ed. "Roliks", 2024. 200 p.
7. Некрасова М.А., Палагин В.С. Устойчивая экосистема бизнес-моделей: опыт и уроки проекта развития. *Информация и инновации*. 2024;19(2):37-59. <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-37-59>
Nekrasova M.A., Palagin V.S. Sustainable ecosystem of business models: experience and lessons of the development project. *Information and Innovations*. 2024;19(2):37-59. (In Russ.) <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-37-59>
8. Иванова Д.В. Экологический туризм как вид экологического предпринимательства: новое в регулировании особо охраняемых природных территорий. *Гражданское право*. 2024;(1):38-41. EDN JCSBTR. <https://doi.org/10.18572/2070-2140-2024-1-38-41>
Ivanova D.V. Environmental tourism as a type of environmental entrepreneurship: novelties in the regulation of specially protected natural reserves. *Civil Law*. 2024;(1):38-41. (In Russ.). EDN JCSBTR. <https://doi.org/10.18572/2070-2140-2024-1-38-41>
9. Кружалин В.И., Никанорова А.Д., Почивалова А.С., Шабалина Н.В. Опыт развития системы национальных парков и экологического туризма в Российской Федерации (1983-2023 гг.). *Географический вестник*. 2024;(2):174-189. <https://doi.org/10.17072/2079-7877-2024-2-174-189>

- Kruzhalin V.I., Nikanorova A.D., Pochivalova A.S., Shabalina N.V. The experience in the development of the system of national parks and ecological tourism in the Russian Federation (1983–2023). *Geographical Bulletin*. 2024;(2):174–189. (In Russ.). <https://doi.org/10.17072/2079-7877-2024-2-174-189>
10. Šambronská K., Šenková A., Kolesárová S., Kormaníková E. Motivational factors and financial support for entering sustainable ecological destinations as impulses for sustainable tourism and environmental protection: a case study on the example of national parks. *Geojournal of Tourism and Geosites*. 2024;53(2):480-488. <https://doi.org/10.30892/gtg.53211-1223>
11. Пьянкова С.Г., Митрофанова И.В., Ергунова О.Т. Развитие экологического туризма в регионе: холистический подход к управлению стратегическими коммуникациями. *Региональная экономика. Юг России*. 2024;12(2):81-90. <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2024.2.7>
- Pyankova S.G., Mitrofanova I.V., Ergunova O.T. Development of Ecological Tourism in Region: Holistic Approach to Strategic Communication Management. *Regionalnaya ekonomika. Yug Rossii [Regional Economy. South of Russia]*. 2024;12(2):81-90. (In Russ.). <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2024.2.7>
12. Карлова А.И., Плугарь Е.В., Полищук Е.А., Почупайло О.Е., Резникова О.С., Скоробогатова Т.Н., Стахно Н.Д., Цёхла С.Ю. Управление устойчивым развитием индустрии туризма и гостеприимства в цифровой среде. Симферополь: ООО «Издательство Типография «Ариал», 2023. 248 с. ISBN 978-5-907656-52-9. EDN PPUAFY
- Karlova A.I., Plugar E.V., Polischuk E.A., Pochupailo O.E., Reznikova O.S., Skorobogatova T.N., Stakhno N.D., Tsyokhla S.Yu. Sustainable development management of the tourism and hospitality industry in the digital environment. Simferopol: Arial Publishing House, 2023. 248 p. ISBN 978-5-907656-52-9. EDN PPUAFY
13. Dube K. Evolving Narratives in Tourism and Climate Change Research: Trends, Gaps, and Future Directions. *Atmosphere*. 2024;15(4):455. <https://doi.org/10.3390/atmos15040455>
14. Magnusson T. et al. Sustainability transitions in tourism: on the transformation of a fragmented sector. *Tourism Geographies*. 2024;26(2):157-172. <https://doi.org/10.1080/014616688.2023.2291700>
15. Григорьева В.В., Иванова Ю.О., Андреев Н.В. Анализ лучших практик устойчивого развития индустрии туризма: опыт зарубежных стран. *ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика*. 2021;(6):119-130. <https://doi.org/10.24412/2071-6435-2021-6-119-130>
- Grigoryeva V.V., Ivanova Yu.O., Andreev N.V. Analysis of the best practices of sustainable development of the tourism industry: the experience of foreign countries. *ETAP: Economic Theory, Analysis, and Practice*. 2021;(6):119-130. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2071-6435-2021-6-119-130>
16. Беляева О.И., Борисова Т.Г., Гварлиани Т.Е., Воробей Е.К., Оборин М.С., Семкина Н.С., Цепилова Е.С., Камкия М.Б., Карандасова Я.В., Фролова Н.В. Драйверы устойчивого развития туристских территорий. Москва: ООО «Директ-Медиа», 2023. 276 с. ISBN 978-5-4499-4085-8. EDN RMMHCS. <https://doi.org/10.23681/709220>

- Belyaeva O.I., Borisova T.G., Gvarliani T.E., Vorobey E.K., Oborin M.S., Semkina N.S., Tsepilova E.S., Kamkiya M.B., Karandasova Ya.V., Frolova N. V. Drivers of sustainable development of tourist territories. Moscow: ООО Direct-Media, 2023. 276 p. ISBN 978-5-4499-4085-8. EDN RMMHCS. <https://doi.org/10.23681/709220>
17. Темиров Д.С., Берлин С.И., Аракелов М.С. Устойчивое развитие территориальных рекреационных систем в прибрежных зонах. Краснодар: ООО "Издательский Дом - Юг", 2021. 218 с. ISBN 978-5-91718-648-1. EDN PPOOAU
Temirov D.S., Berlin S.I., Arakelov M.S. Sustainable development of territorial recreational systems in coastal zones. Krasnodar: LLC "Izdatelskiy Dom - Yug", 2021. 218 p. ISBN 978-5-91718-648-1. EDN PPOOAU
 18. Рай М.А., Рай Е.А. Сравнительный анализ структуры стандартов устойчивого туризма для средств размещения. *Вопросы инновационной экономики*. 2024;14(4):1459-1478. <https://doi.org/10.18334/vinec.14.4.121753>
Ray M.A., Ray E.A. Comparative analysis of sustainable tourism standards for accommodation facilities. *Russian Journal of Innovation Economics*. 2024;14(4):1459-1478. (In Russ.). <https://doi.org/10.18334/vinec.14.4.121753>
 19. Антонова И.И., Дмитриева Г.Р. Стандартизация и модель прогнозирования эффективности в сфере туризма и гостеприимства. *Стандарты и качество*. 2023;(4):48-51. EDN NTGWMB. <https://doi.org/10.35400/0038-9692-2023-4-37-23>
Antonova I.I., Dmitrieva G.R. Standardization And Efficiency Prognostic Model For Tourism And Hospitality Industry. *Standards and Quality*. 2023;(4):48-51. (In Russ.). EDN NTGWMB. <https://doi.org/10.35400/0038-9692-2023-4-37-23>
 20. Олтян И.Ю., Артюхин В.В., Соколов Ю.И. и др. Актуальные вопросы обеспечения безопасности туристской деятельности. Москва: МЧС России, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2012. 124 с. ISBN 978-5-93970-067-2. EDN PIJAXJ
Oltyan I.Yu., Artyukhin V.V., Sokolov Yu.I. et al. Current issues of ensuring safety of tourist activities. Moscow: EMERCOM of Russia, FGBU VNII GOChS (FC), 2012. 124 p. ISBN 978-5-93970-067-2. EDN PIJAXJ
 21. Sustainable Tourism: Best Practice in Water Management. *Chinese Business Review*. May 2020;19(5):157-170. <https://doi.org/10.17265/1537-1506/2020.05.002>
 22. José Antonio Folgado-Fernández, Elide Di-Clemente, José Manuel Hernández-Mogollón, Ana María Campón-Cerro. Water Tourism: A New Strategy for the Sustainable Management of Water-Based Ecosystems and Landscapes in Extremadura (Spain). *Land* 2019, 8(2). <https://doi.org/10.3390/land8010002> <https://www.mdpi.com/2073-445X/8/1/2>
 23. Mdoda S.S., Dube K., Montsiemang T. Tackling Water and Waste Management Challenges Within the Tourism and Hospitality Industry: A Sustainable Development Goals Perspective. *Water*. 2024;16(24):3545. <https://doi.org/10.3390/w16243545>
 24. Решняк В.И., Домнина О.Л., Пластинин А.Е., Отделкин Н.С. Экологическое обеспечение водного туризма. *Морские интеллектуальные технологии*. 2019;(4-2):154-160. EDN LKLJXN
Reshnyak V.I., Domnina O.L., Plastinin A.E., Otdelkin N.St. Ecological support of water tourism. *Marine intellectual technologies*. 2019;(4-2):154-160. (In Russ.). EDN LKLJXN
 25. Илюхин В.Н. Актуальные аспекты обеспечения безопасности на водных объектах. *Судостроение*. 2022;(5):23-29. EDN ITQFFX

- Ilyukhin V.N. Important aspects of ensuring safety at water objects. *Shipbuilding*. (In Russ.). 2022;(5):23-29. EDN ITQFFX
26. Рахманин Ю.А., Доронина О.Д. Стратегические подходы управления рисками для снижения уязвимости человека вследствие изменения водного фактора. *Гигиена и санитария*. 2010;(2):8-13. EDN MRMGVB
Rakhmanin Yu.A., Doronina O.D. Strategic approaches to risk management to reduce human vulnerability due to changes in the water factor. *Hygiene and Sanitation*. 2010;(2):8-13. (In Russ.). EDN MRMGVB
 27. Kolotukha O.V., Myrgorodska O.L., Kozynska I.P., Bozhuk T.I. Geographic assessment of obstacles on European rivers for water sports tourism. *Journal of Geology, Geography and Geocology*. 2023;32(2):295-309. EDN SZXHRI. <https://doi.org/10.15421/112328>
 28. Подрубный Д.Г., Широкова В.А. Геоэкологические особенности развития рекреации и туризма в долинах малых рек (на примере ЦЭР). *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2024;(1):20-23. EDN: WPCCFT. https://doi.org/10.55186/25876740_2024_67_1_20
Podrubny D.G., Shirokova V.A. Geoeological specific features of the recreation and tourism development in small river valleys (on the example of the central economic region). *International Agricultural Journal*. 2024;(1):20-23. (In Russ.). EDN: WPCCFT. https://doi.org/10.55186/25876740_2024_67_1_20
 29. Savchuk V.V., Kunanets N.E., Pasichnyk V.V. et al. Safety recommendation component of mobile information assistant of the tourist. *Proc. SPIE 10445*. 2017;104455Z. <https://doi.org/10.1117/12.2280833>
 30. Куделькин В.А., Габричидзе Т.Г., Зайцев А.М., Болтовский А.В. Мониторинг природных явлений как основа обеспечения безопасности в бассейнах рек Российской Федерации. *Frontier Materials & Technologies*. 2014;(3):67-71. EDN TGWRLJ
Kudelkin V.A., Gabrichidze T.G., Zaitsev A.M., Boltovskiy A.V. Monitoring of natural phenomena as a basis of safety in river basins of the Russian Federation. *Frontier Materials & Technologies*. 2014;(3):67-71. (In Russ.). EDN TGWRLJ
 31. Андреева И.В. Опасности и риски рекреационного водопользования: векторы международных исследований. Воздействия природных сил на рекреационные пляжи и здоровье человека. *Водные ресурсы*. 2023;50(3):344-352. EDN CXNJGZ. <https://doi.org/10.31857/S0321059623030033>
Andreeva I.V. Hazards and Risks of Recreation Water Use: Vectors of International Studies. The Impacts of Natural Forces on Recreation Beaches and Human Health. *Vodnye resursy*. 2023;50(3):344-352. (In Russ.). doi: 10.31857/S0321059623030033

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Марина Александровна Некрасова, кандидат геолого-минералогических наук, член-корреспондент Российской экологической академии, доцент, председатель научной секции «Инженерная и промышленная экология» Российской экологической академии; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2545-0182>; e-mail: mnekrasova08@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Marina A. Nekrasova, Cand.Sci.(Geol.and Mineral.), Corresponding Member of the Russian Ecological Academy, Associate Professor, Chairman of the Scientific Section "Engineering and Industrial Ecology" of the Russian Ecological Academy; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2545-0182>; e-mail: mnekrasova08@mail.ru

Поступила / Received 15.03.2025

Принята / Accepted 06.04.2025

Экономика и инновации / Economy and Innovations

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.05>

Угрозы и риски развития мировой индустрии железнодорожного транспорта в условиях интенсивного внедрения цифровых инновационных технологий на базе искусственного интеллекта*

Д.В. Мун^{1,2} ✉, В.В. Попета³

¹ФГБУ Агентство «Эмерком» МЧС России

109012, г. Москва, Театральный проезд, д. 3, стр. 2, Российская Федерация

²1 НИЦ «Оценка рисков и предупреждение чрезвычайных ситуаций» ФГБУ ВНИИ ГОЧС МЧС России

121352, г. Москва, улица Давыдовская, д. 7, Российская Федерация

³Международное экспертное сообщество «www.Risk.today»

г. Москва, Российская Федерация

✉ dima.mun2013@yandex.ru

Аннотация. Железнодорожный транспорт играет важную роль в мировой экономике, и от его бесперебойной работы зависит социально-экономическая устойчивость многих регионов. Несмотря на имеющиеся надежность и безопасность, на железных дорогах регулярно происходят техногенные катастрофы, сопровождающиеся многочисленными жертвами и большим материальным ущербом. В подавляющем большинстве расследованных случаев аварии поездов происходят по вине «человеческого фактора»: машинистов, диспетчеров, инженеров, строителей, патрульных и даже пассажиров. Для повышения безопасности движения поездов повсеместно активно внедряются системы автоматизации технологических процессов, в том числе с использованием робототехники и искусственного интеллекта (ИИ). Однако развитие этих инноваций в свою очередь порождает новые угрозы и риски взаимодействия в системе «человек-машина-человек» и уже сейчас требует от разработчиков ИИ, а также работников железнодорожной отрасли, совершенно нового уровня знаний, навыков и компетенций для обеспечения будущей безопасности перевозок.

Ключевые слова: управление рисками, человеческий фактор, искусственный интеллект, чрезвычайная ситуация, техногенная катастрофа, кибербезопасность

Финансирование. Финансирование отсутствовало.

Для цитирования: Мун Д.В., Попета В.В. Угрозы и риски развития мировой индустрии железнодорожного транспорта в условиях интенсивного внедрения цифровых инновационных технологий на базе искусственного интеллекта. *Информация и инновации*. 2025;20(1):48-63. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.05>

* Статья написана на основе Доклада на международной конференции «Безопасность и защита поездов и железнодорожной инфраструктуры», 10 апреля 2025 года, г. Эр-Рияд (Королевство Саудовская Аравия).

Threats and risks of development of the global railway transportation industry in the context of intensive introduction of digital innovative technologies based on artificial intelligence**

Dmitry V. Mun^{1,2} ✉, **Vladislav V. Popeta³**

¹FGBU Agency "Emercom" of the Ministry of Emergency Situations of Russia
3 Teatralny Passage, 109012, Moscow, Russian Federation

²1 Research Center "Risk Assessment and Prevention of Emergencies"
of the Federal State Budgetary Institution All-Russian Research Institute of Civil Defense and
Emergencies of the Ministry of Emergency Situations of Russia
7 Davydkovskaya Street, 121352 Moscow, Russian Federation

³International expert community "www.Risk.today", Moscow, Russian Federation
✉ dima.mun2013@yandex.ru

Abstract. Railway transportation plays an important role in the global economy, and the social and economic sustainability of many regions depends on its smooth operation. Despite the existing reliability and safety, railroads regularly experience man-made disasters accompanied by numerous casualties and significant material damage. In the vast majority of investigated cases, train accidents are caused by the "human factor": drivers, dispatchers, engineers, construction workers, patrolmen and even passengers. To improve train traffic safety, process automation systems, including those using robotics and artificial intelligence (AI), are being actively implemented everywhere. However, the development of these innovations in turn generates new threats and risks of interaction in the human-machine-human system and already now requires a completely new level of knowledge, skills and competencies from AI developers, as well as railway industry employees, to ensure future transportation safety.

Keywords: risk management, human factor, artificial intelligence, emergency, man-made disaster, cybersecurity

Funding. No funding.

For citation: Mun D.V., Popeta V.V. Threats and risks of development of the global railway transportation industry in the context of intensive introduction of digital innovative technologies based on artificial intelligence. *Information and Innovations*. 2025;20(1):48-63. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.05>

** The article is based on the Report at the international conference "Safety and Security of Trains and Railway Infrastructure", April 10, 2025, Riyadh (Kingdom of Saudi Arabia).

ВВЕДЕНИЕ

Начиная с 19 века и по сей день железнодорожный транспорт является одним из самых эффективных и надежных способов перемещения грузов и людей на большие расстояния и играет важную роль в современной логистике и перевозке пассажиров. Ровно двести лет назад, 27 сентября 1825 года в Великобритании, один из первых построенных паровозов, названный создателями Джорджем и Робертом Стефенсонами «Locomotion», со скоростью около 13 километров в час совершил первую в истории перевозку нескольких десятков пассажиров на первой в мире общественной железной дороге Стоктон — Дарлингтон протяженностью около 40 километров (рис. 1).



Рис. 1. Паровоз «Locomotion»

Источник: фото из открытых источников в общественном доступе

Fig. 1. Locomotive «Locomotion»

Source: public domain open source photos

А 21 апреля 2015 года, «всего лишь» спустя 190 лет после первого пассажирского рейса «Locomotion», в японской префектуре Яманаси в ходе испытаний на экспериментальном участке путей протяженностью 42,8 километра состав на магнитной подушке с пассажирскими вагонами серии L0 развил скорость в 603 км/ч. При

этом, по состоянию на начало 2015 г. наземные железные дороги функционировали в 136 странах, и их совокупная протяженность составляла более 1,13 млн км. (рис. 2).



Рис. 2. Состав на магнитной подушке с вагонами серии L0

Fig. 2. Magnetic cushion train with L0 series wagons

Источник / Source: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Series_L0.JPG

Как говорится, прогресс налицо. Однако с увеличением скорости, дальности и загрузки увеличиваются и риски аварий. И, несмотря на активное использование современных достижений науки и техники в сфере обеспечения безопасности железнодорожных перевозок, катастрофы с печальной регулярностью происходят по всему миру [1]. При этом внешние обстоятельства, такие как неблагоприятные погодные условия, не наносят большого ущерба железнодорожному сообщению. В большинстве случаев, виновниками чрезвычайных происшествий являются люди: машинисты, диспетчера, обходчики, инженеры, проектировщики, строители и даже пассажиры.

При этом, как показывает отраслевой анализ аварий последних десятилетий, поскольку для облегчения логистики и рационального распределения пассажиропотоков и грузов основные маршруты

движения и железнодорожные станции в основном расположены в стратегически важных локациях: городах, промышленных предприятиях, логистических центрах и других местах сосредоточения рисков, авария на железнодорожном объекте может привести к каскадной катастрофе, которая затронет другие, расположенные поблизости объекты инфраструктуры, и находящихся на них людей [2].

УГРОЗЫ И РИСКИ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ ИНДУСТРИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Риск, связанный с человеческим фактором

«Риск, связанный с человеческим фактором — самый большой риск, с которым сталкивается большая часть организаций» [3], в этом убеждены эксперты ведущих страховых компаний не только в России, но и в мире. Под «человеческим фактором» принято понимать следующее:

- 1) психологические и другие характеристики человека, его возможности и ограничения, определяемые в конкретных условиях его деятельности;
- 2) причина несчастного случая, аварии, происшествия в результате неправильных действий человека.

Применительно к персоналу обычно рассматривают два аспекта: неправильное решение, приводящее к ошибочным действиям, которые могут стать иницирующими событиями для аварий, либо способствуют развитию уже произошедшей аварийной ситуации в аварию; несанкционированные действия¹.

¹ Глоссарий с сайта МЧС России. URL: <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/terminy-mchs-rossii/term/970> (дата обращения: 12.04.2025).

В подтверждение данного тезиса приведем несколько примеров.

Одна из первых крупных катастроф в истории произошла в 1842 году во Франции. Поезд, следовавший по маршруту Версаль-Париж, переполненный пассажирами по случаю праздника, сошел с рельсов. От котла опрокинувшегося паровоза моментально загорелись деревянные, свежеекрашенные вагоны. По сложившейся в то время практике пассажиров запирали в вагонах поездов, что и стало главной причиной трагедии. По меньшей мере 55 человек погибли, так и не сумев выбраться из горящего поезда. Прибывшие пожарные и очевидцы катастрофы ничем не смогли помочь запертым в вагонах пассажирам. После этой катастрофы была отменена общепринятая во Франции практика — наглухо запирать пассажиров в вагонах. Расследование показало, что исходной причиной катастрофы стал износ осей локомотива под воздействием циклической нагрузки. С данным процессом, ныне известным нам под термином «усталость металла», конструкторам 19 века прежде сталкиваться не приходилось.

Другим хрестоматийным примером является крушение железнодорожного состава на вокзале Монпарнас в Париже 22 октября 1895 года (рис. 3). Машинист поезда в ходе движения по маршруту столкнулся с рядом непредусмотренных задержек в пути и, чтобы наверстать опоздание прибытия на вокзал в несколько минут, разогнал паровоз сверх допустимых норм и перед въездом на вокзал с запозданием включил торможение. В результате пассажирский поезд выбил путевой упор, выехал на перрон вокзала, пробил стену здания и рухнул с высоты на улицу. Погиб один, пострадало 6 человек.



Рис. 3. Крушение состава на вокзале

Источник: фото из открытых источников в общественном доступе

Fig. 3. Train wreck at station

Source: public domain open source photos

Крупная железнодорожная катастрофа произошла 6 августа 1952 года в 1:30 ночи на Западной железной дороге в Можайском районе Московской области. Из-за перегоревшей лампы лобового прожектора машинист паровоза поздно увидел стоявшую на путях лошадь, ушедшую с пастбища близлежащего колхоза. Состав, следовавший на большой скорости, при столкновении с животным сошел с рельсов. Из-за неоптимального расположения тяжелых грузовых и относительно легких пассажирских вагонов в перевернувшемся составе возникло два очага нагромождения — в средней и хвостовой частях состава. В крушении погибло 109 человек. К суду были привлечены и признаны виновными начальник Можайской дистанции, дорожный мастер и председатель колхоза.

В июне 1998 года в Германии, в районе Нижняя Саксония, часть вагонов сверхсовременного высокоскоростного поезда ICE 1 сошла с рельсов и врезалась в автомобильную эстакаду, пересекавшую железную дорогу. В катастрофе погиб 101 и получили ранения 88 человек, и на тот момент это стало самой крупной в мире катастрофой на высокоскоростном поезде. Расследование показало, что источником аварии стала исходная неудачная конструкция колеса вагона, которая привела к усталостному разрушению обода и сходу вагонов с рельсов.

В том же 1998 году, 26 ноября, в индийском штате Пенджаб столкнулись пассажирские поезда, в которых в общей сложности находилось около 2500 человек. Жертвами трагедии стали более 200 человек, травмы получили 230 человек. Причиной стала неисправность путей, не устраненная своевременно работниками железной дороги.

Далее, 20 февраля 2002 года в Египте, в переполненном людьми, по случаю исламского праздника Ид-аль-Адха, поезде², следовавшем по направлению Каир-Луксор, произошел пожар. Сперва возникло возгорание в одном из замыкающих вагонов, которое машинист не сразу заметил, поэтому продолжал движение со штатной скоростью еще несколько километров. В результате активного поступления кислорода извне, пластиковая обшивка вагонов способствовала быстрому распространению пламени на весь состав. А из-за того, что большинство окон были зарешечены, в переполненных вагонах началась страшная давка. Итогом

² Алена Миклашевская. Поезд внутреннего сгорания. 350 пассажиров погибли при пожаре. Газета «Коммерсантъ» № 31 от 21.02.2002, стр. 12. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/311931?ysclid=m8ohswvq50134503145> (дата обращения: 13.04.2025).

этой трагедии стала гибель 383 человек, несколько сотен людей получили ранения. Причиной возгорания стал взрыв газовой плитки, на которой один из присутствовавших в вагоне пассажиров решил разогреть себе воду для чая.

В 2005 году, 22 апреля, в японской префектуре Хёго 4 вагона скорого поезда компании West Japan Railway Company сошли с рельсов при прохождении крутого поворота в плотной городской застройке и врезались в здание. Из находившихся в 7 вагонах состава 700 человек, 107 человек погибли и 562 получили травмы различной степени тяжести. Столь высокое число жертв связано с тем, что утренний поезд был переполнен едущими на работу людьми. Виновником аварии стал молодой машинист, который за счет превышения на 16 км/ч допустимой скорости вхождения в поворот пытался нагнать отставание от графика.

В испанской провинции Галисия 24 июля 2013 года при вхождении в крутой поворот восемь вагонов скоростного поезда сошли с рельсов и перевернулись, после чего в некоторых из них начался пожар. В катастрофе из 222 пассажиров 79 человек погибли, более 140 пострадали. Виновником аварии стал опытный машинист с 30-летним стажем, который ради тщеславия и дешевой популярности намеренно неоднократно превышал допустимые нормы скорости и выкладывал свои селфи с зашкаливающим спидометром локомотива в социальной сети Фейсбук³. На момент вхождения в поворот скорость состава была столь высока — около 200 км/ч вместо разрешенных 80 км/ч — что даже сработавшая система автоматического торможения не смогла предотвратить трагедию. На момент кру-

шения машинист разговаривал по мобильному телефону.

В регионе Апулия на юге Италии 12 июля 2016 года произошло лобовое столкновение двух региональных пассажирских поездов. В катастрофе погибло 23 и пострадало 54 человека. Причиной аварии стала ошибка диспетчеров.

Данный печальный список катастроф, причиной которых стала реализация рисков «человеческого фактора», можно еще долго продолжать. По всему миру катастрофы, сопровождающиеся массовой гибелью людей и огромным экономическим ущербом, происходят по схожим алгоритмам, предсказуемо и даже циклично [4].

Например, в Великобритании, в местечке под названием Морпет (англ. Morpeth), неоднократно происходили сопровождавшиеся погибшими и пострадавшими железнодорожные катастрофы. В первый раз крушение пассажирского поезда на данном участке произошло 25 марта 1877 года. Поезд, следовавший из Эдинбурга в Лондон, сошел с рельсов при прохождении кривого поворота. Погибло 5, пострадало 17 человек. Сотрудник Железнодорожной инспекции, проводивший расследование, в своем заключении отметил: «Очевидно, было бы лучше, если бы на данном участке железнодорожного полотна поворот был бы перестроен, чтобы избежать прохождения состава по столь крутому изгибу...». В 1956 году все поезда Великобритании оснастили системой автоматического торможения при превышении скорости, однако это не сильно помогло. Прошло уже более 150 лет с момента первого инцидента, но этот опасный поворот еще до сих пор не перестроен. И за это время произошло еще 4 катастрофы в 1969, 1984, 1992

³ Деятельность соцсети Facebook в России признана экстремистской и запрещена.

и 1994 годах, с погибшими и пострадавшими людьми.

В связи с изложенным, в целях повышения безопасности железнодорожных перевозок во всем мире в настоящее время активно внедряются современные технологические системы, призванные максимально исключить человека и соответственно исходящий от него фактор риска из производственных процессов.

Внедрение автоматизированных технологических систем с использованием искусственного интеллекта

Внедряемые сегодня во многих странах системы автоматизированного управления технологическими процессами (АСУ ТП) позволяют в значительной мере повысить эффективность перевозок. Сейчас они помогают машинисту управлять движением локомотива в части автоматической регулировки скорости, маршрутизации, торможения, параллельно осуществляя непрерывный мониторинг работы и диагностику неисправностей всех систем поезда: двигателей, тормозов, дверей вагонов и т. д. Также в современных «умных поездах» в автоматическом режиме идет обмен данными с диспетчерскими центрами [5].

В свою очередь цифровые платформы в диспетчерских центрах уже не только продают билеты через интернет, но и фактически управляют движением, обеспечивая оптимальное взаимодействие подвижных составов и всей сопутствующей инфраструктуры. А системы искусственного интеллекта, получая и обрабатывая информацию от многочисленных датчиков, осуществляют в режиме реального времени мониторинг состояния инфраструктуры для выявления и устранения на ранней стадии потенциальных проблем

вроде дефектов путей и неисправностей оборудования.

Отрадно отметить, что в августе 2024 года РЖД впервые не только в России, но и в мире запустили в опытную эксплуатацию на наземном Московском центральном кольце электропоезд с ИИ, который перевозит пассажиров в автоматическом режиме (рис. 4)⁴. Автоматика полностью берет на себя ведение поезда, с помощью нейронных сетей самостоятельно оценивает ситуацию, принимает решения и выполняет необходимые действия. При этом машинист по-прежнему находится в кабине для контроля движения, управления дверьми во время посадки и высадки пассажиров, и в любой момент может взять управление в свои руки. Таким образом обеспечивается двойной контроль безопасности перевозок.



Рис. 4. Первый в мире наземный поезд с ИИ

Fig. 4. The world's first land train with AI

Источник/Source: <https://www.rzd.ru/ru/9269/page/2452802?id=306908>

В РЖД отметили, что планируют полностью завершить испытания бортовых систем и технического зрения по наивысшему уровню автоматизации, то есть без

⁴ РЖД запустили первую автоматизированную «Ласточку» для перевозки пассажиров на МЦК. Источник РЖД. URL: <https://www.rzd.ru/ru/9269/page/2452802?id=306908> (дата обращения: 13.04.2025).

необходимости присутствия машиниста в кабине, уже в нынешнем, 2025 году.

Таким образом, машинисты будут постепенно пересаживаться из кабин локомотивов в кресла офисов диспетчерских служб, откуда каждый оператор будет одновременно управлять движением четырех и более железнодорожных составов. В 2022 году в России для профессии машиниста-оператора был утвержден профессиональный стандарт, в соответствии с которым в числе основных задач такого специалиста будет не только удаленный контроль за движением электропоездов, но и управление электропоездом в дистанционном режиме при возникновении нештатной ситуации (рис. 5)⁵.



Рис. 5. Машинист-оператор

Источник: Пресс-служба ОАО «РЖД»

Fig. 5. The train operator

Source: Press service of JSCO «RZD»

Однако в данной системе «человек-машина-человек», несмотря на продолжающееся активное развитие ИИ, главные решения в нештатных и чрезвычайных ситуациях по-прежнему будут принимать люди, «...все сложные и неопределённые ситуации решает человек. То есть система

«смотрит», но при появлении аномалий или обнаружении препятствий именно человек принимает решение. Самым важным для нас было обеспечить работу в нештатных ситуациях», — отмечает Павел Попов, заместитель генерального директора НИИАС, разработчика автоматизированных систем для РЖД⁶.

И здесь возрастает многократно уровень компетентности и ответственности подготовки персонала железных дорог: ведь если раньше, совершив ошибку, машинист мог привести к аварии только управляемый им поезд, то теперь отвлекшийся на разговоры по мобильному телефону оператор может «упустить» из внимания и подвергнут риску катастрофы сразу четыре состава!

То есть риск «человеческого фактора» при внедрении автоматизированных систем в так называемый переходный период, когда транспорт уже управляется автоматически, но человек все еще присутствует и «страхует» действия «машины» в нештатных ситуациях, многократно возрастает. Ведь главной задачей машиниста-оператора, помимо наличия базовых навыков управления поездом, становится умение эффективно реагировать, то есть уметь правильно оценивать нештатные ситуации за минимальное время и реализовывать верные оперативные решения. А к этому после многочасового, многодневного сидения возле монитора без каких-либо проявлений деятельности во внезапно возникшей ситуации оказываются готовы далеко не многие операторы. Приведем примеры из других отраслей транспорта, в которых так же активно внедряется ИИ [6].

⁵ Машинист-оператор. Источник РЖД. URL: <https://rzddigital.ru/career/professions/mashinist-operator/> (дата обращения: 13.04.2025).

⁶ Ринат Накипов, Анна Булаева. Союз людей и роботов. Газета «Гудок» № 2 (27824) 11.01.2024. URL: <https://gudok.ru/newspaper/?ID=1654901> (дата обращения: 14.04.2025).

Гражданская авиация — другая масштабная транспортная индустрия, также активно переходящая в автоматический режим функционирования. По данным Международной ассоциации воздушного транспорта, на заре гражданской авиации (1903 год) 80% катастроф происходило по вине техники и неблагоприятных погодных условий и лишь 20% — по вине человека. Спустя век соотношение изменилось: человеческий фактор повинен в 80% крушений самолетов⁷. Уже сейчас пилоты современных лайнеров вручную управляют самолетом не более 5–10 процентов от общего времени полета. Однако даже автопилоты иногда выходят из строя и им требуются люди. Первого июня 2009 года, через 3 часа и 45 минут после взлета упал в воды Атлантического океана авиалайнер Airbus A330–203 авиакомпании Air France, выполнявший рейс AF447 по маршруту Рио-де-Жанейро — Париж. Расследование показало, что во время рейса на борту лайнера произошел незначительный сбой — кратковременное отсутствие показаний скорости из-за обмерзания трубок Пито — составных частей приборов, отвечающих за определение высоты и скорости полета. В результате сбоя отключился автопилот и самолет перешел в режим ручного управления. Последовавшие за этим несогласованные «панические» действия экипажа, попытавшегося управлять самолетом в ручном режиме, привели к «сваливанию», вывести из которого воздушное судно экипаж не смог. Погибли все находившиеся на его борту 228 человек — 12 членов экипажа и 216 пассажиров. Все время, вплоть до

⁷ Иван Дмитриенко. Когда пассажирские самолеты полетят без человека за штурвалом. Журнал «Профиль», 04.09.2022. URL: <https://profile.ru/scitech/kogda-passazhirskie-samolety-poletyat-bez-cheloveka-za-shturvalom-1152216/> (дата обращения: 14.04.2025).

момента столкновения с водой, самолет оставался исправным и контролируемым.

Министерство транспорта США в 2016 году в своем отчете отмечали, что «Авиакомпании уже давно и безопасно используют автоматизацию для увеличения эффективности и снижения нагрузки на пилотов, но несколько последних инцидентов, включая катастрофу борта 214 компании Asiana Airlines, произошедшую в июле 2013 года, показали, что пилоты, обычно летающие с автопилотом, могут совершать ошибки, сталкиваясь с неожиданным событием или при переключении на ручное управление так называемый Direct Mode, режим «прямого управления». В результате, полная зависимость от автопилота является все более растущей проблемой среди специалистов в данной области. Они также ставят под вопрос, получают ли пилоты достаточно тренировок и опыта, чтобы поддерживать умение управлять самолетом вручную» [7].

Другой отраслью, активно внедряющей системы автоматизации и ИИ, является наземный автомобильный транспорт. В 2018 году в г. Тампе (США), в ходе испытаний корпорацией Uber концепции «беспилотного такси», внедорожник Вольво, управлявшейся самообучающимся автопилотом на базе искусственного интеллекта, совершил смертельный наезд на 49-летнюю американку, слезшую с велосипеда и переходившую дорогу в неподходящем месте. При этом специально нанятый водитель, находившийся в момент столкновения за рулем автомобиля, «прозевал» момент столкновения и нажал на тормоз уже после того, как ИИ сбил пешехода. Поскольку во время инцидента водитель был занят невыполнением своих непосредственных обязанностей, а именно наблюдением за дорогой и контролем действий автопилота, а просмотром ви-

део на мобильнике, именно его, а не ИИ, суд признал виновным в произошедшей аварии. Корпорации Uber удалось избежать уголовной ответственности, однако совет безопасности на транспорте США особо отметил, что прежде, чем выводить управляемую искусственным интеллектом машину на дорогу, корпорации необходимо было должным образом просчитать возможные риски и организовать надлежащий надзор за поездками.

Конечно, данные примеры сбоя со стороны людей и «автоматики» не смогут остановить общую тенденцию полной автоматизации транспортных процессов. Ведь уже в обозримом будущем нас ждет полная автоматизация транспортного управления, и дело не ограничится только переходом к беспилотным поездкам и автоматизированным системам управления всей железнодорожной сетью. В перспективе все транспортные отрасли: воздушной, автомобильной, водной и железнодорожной перевозок — под руководством одного глобального ИИ будут интегрированы сперва на региональном/страновом, а затем и на международном уровне в единую глобальную транспортную сеть, функционирующую без участия человека.

Но даже когда в обозримом будущем нам удастся преодолеть проблемы рисков переходного периода во взаимодействии «человек-машина-человек», и пока еще требующих участия людей в качестве контроллеров работы машин, полностью исключить риски пресловутого человеческого фактора, появятся абсолютно новые угрозы и риски, без имеющихся готовых «рецептов» борьбы с ними.

Новые угрозы и риски в индустрии транспорта

Какие риски она нам несет? В первую очередь, возрастает угроза кибер-

так на всех видах автоматизированного транспорта.

Сегодня преступники в состоянии дистанционно захватить «умный самолет» или «умный автомобиль», перехватив управление и перепрограммировав транспортное средство. Так, 18 мая 2015 года ФБР официально обвинило пассажира в попытке взлома систем управления авиалайнера Boeing 737–800, принадлежащего компании United Airlines. Согласно данным Бюро, эксперту по информационной безопасности Крису Робертсу, при помощи ноутбука и сетевого кабеля, подключенного к разъёму под пассажирским сиденьем, удалось не только перехватить обмен данными между кабиной пилотов и центральным компьютером, но даже получить контроль над тягой двигателей. Для испытания своих «возможностей» он вызвал крен самолёта, а затем немедленно поделился своим умением в собственном «твите», чем вызвал шквал восторженных оценок со стороны всех хакеров мира, и одновременно головную боль у разработчиков систем авиабезопасности. Самое главное — экипаж воздушного судна даже не подозревал о том, что некоторое время самолёт находился вне зоны их контроля. В 2017 году команда профессионалов смогла взломать радиоэлектронную систему Boeing 757. В 2019-м была найдена аналогичная уязвимость в Boeing 787 Dreamliner, и снова оказалось, что можно попасть в командный центр самолета через пассажирскую мультимедийную систему⁸. Счетная палата США на волне поднятой обществен-

⁸ Kelly Jackson Higgins. Boeing 787 On-Board Network Vulnerable to Remote Hacking, Researcher Says. Dark Reading, August 7, 2019. URL: <https://www.darkreading.com/vulnerabilities-threats/boeing-787-on-board-network-vulnerable-to-remote-hacking-researcher-says> (дата обращения: 13.04.2025).

ностью паники провела собственные исследования и признала: еще больше возможностей для проникновения кибертеррористов — в системах новейших лайнеров и добавила к списку Робертса еще Boeing 787 Dreamliner, а также Airbus A350 и A380. Они перенасыщены электроникой. В некоторых системах управления лайнерами используют те же протоколы беспроводной передачи данных, какими пользуются на борту пассажиры, чтобы выйти в интернет⁹.

Пока что взломы авиационных транспортных систем осуществлялись в тестовом режиме специалистами по кибербезопасности, но где гарантия, что в будущем их опытом не воспользуются хакеры-террористы? Ведь сегодня все — от диспетчерских транспортных служб до финансовых рынков, от средств массовой информации до систем управления энергоснабжением и канализацией в настоящее время управляется компьютерными сетями и, следовательно, находится под угрозой кибератак [8].

Общемировой опыт показывает повсеместно возрастающую активность киберпреступников, целью которых становятся различные объекты критической гражданской инфраструктуры, от больниц и очистных сооружений¹⁰ до атомных электростанций. Да, пока что данные попытки своевременно отслеживались и пресека-

⁹ Александр Милкус. Чем новее самолет, тем проще его захватить кибертеррористам! Чтобы доказать это, американский хакер залез в компьютер «Боинга», находящегося в полете. Газета «Комсомольская правда», 23 мая 2015. URL: <https://www.kp.ru/daily/26385.7/3262840/> (дата обращения: 14.04.2025).

¹⁰ Frances Robles, Nicole Perlroth. 'Dangerous Stuff': Hackers Tried to Poison Water Supply of Florida Town. The New York Times, February 8, 2021. URL: <https://www.nytimes.com/2021/02/08/us/oldsmar-florida-water-supply-hack.html> (дата обращения: 14.04.2025).

лись, но страшно даже представить, какими последствиями может обернуться удавшийся взлом систем управления железнодорожной сетью или других критически важных систем. Ведущие мировые державы признают, что угроза кибертерроризма является одной из главных проблем современности и отмечают, что она будет неуклонно нарастать по мере дальнейшего развития и распространения информационных технологий¹¹.

Другой важнейшей составляющей безопасности будущих беспилотных систем становится качество и надежность используемого в индустрии программного и аппаратного обеспечения. Сегодня, в условиях постоянного повышения транспортных потоков и повышения нагрузки на сопровождающую инфраструктуру даже незначительные периодические технические сбои в работе ПО могут привести к большим убыткам и другим негативным последствиям, вплоть до катастроф (рис. 6).

Примером может служить масштабный сбой, который произошел 19 июля 2024 года в работе облачной платформы Microsoft Azure и связанных с ней устройств с операционной системой Windows и повлек проблемы в работе авиакомпаний, аэропортов, банков и медицинских систем во всем мире (рис. 7). Всего под ударом оказалось порядка 8,5 млн устройств на операционной системе Windows. Аварий и жертв чудом удалось избежать, в том числе благодаря слаженной работе людей, оперативно подменивших зависшие устройства. В качестве понимания масштабов инцидента следует отметить, что только в США в этот

¹¹ Доклад ВЭФ «О глобальных рисках 2023». URL: <https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2023/digest/> (дата обращения: 13.04.2025).

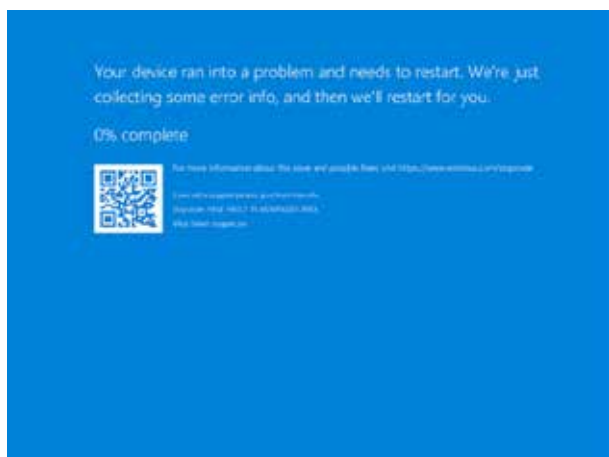


Рис. 6. Скриншот синего экрана смерти, вызванного неисправным драйвером CrowdStrike на виртуальной машине под управлением Windows Server

Fig. 6. Screenshot of the blue screen of death caused by a faulty CrowdStrike driver on the Windows Server virtual machine

Источник/Source: Author: Microsoft Corporation

день было отменено более 2400 рейсов¹². И что парадоксально, данный технический сбой оказался вызван неправильным обновлением системы защиты от американской компании CrowdStrike: антивируса, разработанного для того, чтобы блокировать кибератаки на Windows.

Как уже неоднократно случалось в истории, прогресс в области безопасного использования технологий не поспевает за развитием собственно технологий. Многие эксперты, в том числе всемирно известный футуролог Ричард Уотсон, предрекают, что не позднее 2052 года в мире, который к этому времени уже будет повсеместно заполнен автоматизированными и роботизированными комплек-

¹² Niraj Chokshi, Derrick Bryson Taylor, Corey Kilgannon. Airlines Restart Flights but Disruptions are Expected to Persist. The New York Times, July 19, 2024. <https://www.nytimes.com/2024/07/19/travel/tech-outage-us-airlines-ground-stops.html> (дата обращения: 14.04.2025).



Рис. 7. Цифровые табло в международном аэропорту имени Даллеса

Fig. 7. Digital display boards at Dulles International Airport

Источник/Source: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dulles_Airport_CrowdStruck_\(53867936421\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dulles_Airport_CrowdStruck_(53867936421).jpg)
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CrowdStrike_blue_screen_of_death.png

сами, управляющими под руководством ИИ основными процессами нашей жизнедеятельности (рис. 8), произойдет «День, когда мир остановился» [9]: глобальный сбой, который затронет интернет и все, связанные с ним устройства и механизмы. Причем произойдет он не по чьей-то вине или злему умыслу, а просто в силу чрезвычайной сложности самой системы. Этот принцип возникновения техногенной катастрофы — так называемый Normal Accident — был изложен социологом Чарльзом Перроу [10] еще в 1984 году после анализа ядерной аварии на АЭС «Три Майл Айленд», произошедшей в США в 1979 году. Перроу выделяет три условия, которые делают систему восприимчивой к обычным авариям: система очень сложная; система тесно связана; система обладает катастрофическим потенциалом; и делает вывод о том, что независимо от того, насколько хорошо они управляют-

ся, сложные системы периодически будут давать непредсказуемые сбои, к которым надо быть готовыми.



Рис. 8. Полностью автоматизированный, управляющийся ИИ высокоскоростной поезд 2065 MagLev на магнитной подушке.

Fig. 8. Fully automated, AI-controlled high-speed 2065 MagLev train on magnetic cushion

Источник/Source: <https://www.behance.net/gallery/31940965/2065-MagLev-Split-Unit-Train/modules/203426367>

Также стоит отметить, что ошибаться могут все: не только люди, но и искусственный интеллект. И к этому, особенно к той фазе, пока он еще только обучается, необходимо быть готовым людям. Приведем пример. В 2019 году в Японии один из поездов под управлением искусственного интеллекта, отъехав от станции Син-Сугита, по неустановленным причинам вдруг резко остановился и начал движение вспять до тех пор, пока не врезался в тупиковый упор. Из примерно тридцати находившихся в составе пассажиров половина получила серьезные травмы и была вынуждена обратиться за медицинской помощью. Важно отметить, что на момент столкновения за этим поездом осуществляло мониторинг и контроль движения аж три оператора, однако никто из них не смог заметить никаких аномалий в поведении программы вплоть до срабатывания системы автоматического экстренного торможения, которая отчасти смягчила столкновение.

Хотелось бы привести цитату (2014) выдающегося физика Стивена Хокинга: «Успешное создание искусственного интеллекта станет самым большим событием в истории человечества. К сожалению, оно может оказаться последним, если мы не научимся избегать рисков»¹³.

И поскольку именно человек создал ИИ, а не наоборот, в любом случае, если будет ошибаться ИИ, то ответственность за его ошибки по-прежнему будут нести его создатели — люди.

И поскольку именно человек создал ИИ, а не наоборот, в любом случае, если будет ошибаться ИИ, то ответственность за его ошибки по-прежнему будут нести его создатели — люди.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выходы и решения по устранению или максимально возможному снижению грядущих рисков и угроз состоят в своевременной их идентификации, оценке и принятии заблаговременных превентивных мер. Обобщая вышеизложенное, можно предположить, что главными мерами по исключению рисков автоматизации и роботизации на железнодорожном транспорте могут быть:

- разработка и внедрение эшелонированных систем защиты от кибератак;
- регулярная проверка и стресс-тестирование программного и аппаратного обеспечения, особенно после его обновления;

¹³ Stephen Hawking. Stuart Russell, Max Tegmark, Frank Wilczek. Stephen Hawking: 'Transcendence looks at the implications of artificial intelligence — but are we taking AI seriously enough?' The Independent, 01 May 2014. URL: <https://www.independent.co.uk/news/science/stephen-hawking-transcendence-looks-at-the-implications-of-artificial-intelligence-but-are-we-taking-ai-seriously-enough-9313474.html> (дата обращения: 14.04.2025).

- разработка планов по реагированию персонала на нештатные ситуации с ИИ и программным обеспечением, проведение соответствующих тренировок и учений;
- соблюдение общепризнанных регламентов и стандартов безопасности при проектировании, внедрении и эксплуатации всех систем управления на транспорте.

Главный вызов, угроза и риск, который несет в себе развитие искусственного интеллекта для человека — это риск передать все умственные процессы, и соответственно ответственность за свою жизнь на откуп бездушной машине. То есть просуществовать, а не прожить эту жизнь полноценной личностью: помнящим, думающим, творящим и созидаящим индивидом.

ВКЛАД АВТОРОВ

Д.В. Мун — концепция, подготовка и редактирование текста.

В.В. Попета — концепция, сбор информации.

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Dmitry V. Mun — the concept, preparation and editing of the text.

Vladislav V. Popeta — concept, collection of information.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no relevant conflict of interests.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Мун Д.В., Попета В.В. «Предупреждение техногенных катастроф: Книга 3». Москва, Берлин: Директмедиа Паблишинг, 2023. 200 с. ISBN: 978–5–4499–3535–9.
Moon D.V., Popeta V.V. Prevention of man-made disasters. Book 3. Moscow, Berlin: Directmedia Publishing, 2023. 200 p. ISBN: 978–5–4499–3535–9.
2. Капский Д.В., Семченков С.С., Ларин О.Н. Повышение эффективности применения информации при организации перевозок пассажиров в городах. *Наука и техника*. 2022;21(4):323–330. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2022-21-4-323-330>
Kapskiy D.V., Semchenkov S.S., Larin O.N. Improving the Efficiency of Information Application in the Organization of Passenger Transportation in Cities. *Science and Technique*. 2022;21(4):323–330. (in Russ.). <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2022-21-4-323-330>
3. Душкин М., Шалобасов А. Человеческий фактор — зона повышенного риска. *Современные страховые технологии*. 2023;(2):48–53. EDN ZXHTQB
Dushkin M., Shalobasov A. The human factor is a high-risk area. *Modern insurance technologies*. 2023;(2):48–53. (In Russ.). EDN ZXHTQB
4. Тетенков Н.Б., Опенков М.Ю. Историческое понимание техногенной цивилизации. *Вопросы истории*. 2021;7(2):74–79. <https://doi.org/10.31166/VoprosyIstorii202107Statyi31>

- Thetenkov N.B., Openkov M.Yu. Historical understanding of man-made civilization. *Voprosy Istorii*. 2021;7(2): 74–79. (In Russ.). <https://doi.org/10.31166/VoprosyIstorii202107Statyi31>
5. Efanov D.V., Mikhailyuta E.M. Reliability and Safety Management of the Transportation Process Using Systems for Continuous Monitoring of Railway Infrastructure Facilities. *World of Transport and Transportation*. 2023;21(2):226–236. <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2023-21-6-12>
6. Мун Д.В., Попета В.В. Немного об искусственном интеллекте: неоднозначные технологии. *Социальные новации и социальные науки*. 2021;(2):26–37. EDN OXVLYA. <https://doi.org/10.31249/snsn/2021.02.02>
- Moon D.V., Popeta V.V. A little about artificial intelligence: controversial technologies. *Social Novelties and Social Sciences*. 2021;(2):26–37. (In Russ.). <https://doi.org/10.31249/snsn/2021.02.02>
7. Иванов И.В., Бурмистров В.И. Значимость человеческого фактора в аварийности беспилотных летательных аппаратов при высоких уровнях их технического совершенства и автоматизации полета. *Военно-медицинский журнал*. 2022;343(8):48–61. https://doi.org/10.52424/00269050_2022_343_8_48
- Ivanov I.V., Burmistrov V.I. The importance of the human factor in the accident rate of unmanned aerial vehicles at high levels of their technical excellence and flight automation. *Voenno-meditsinskij žurnal*. — 2022;343(8):48–61. (In Russ.). https://doi.org/10.52424/00269050_2022_343_8_48
8. Нестеров Е.А., Цветков В.Я. Транспортная кибербезопасность. *Мир транспорта*. 2023;21(6):103–109. <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2023-21-6-12>
- Nesterov E.A., Tsvetkov V.Ya. Transport Cybersecurity. *World of Transport and Transportation*. 2023;21(6):103–109. <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2023-21-6-12>
9. Уотсон Ричард. Будущее. 50 идей, о которых нужно знать. М.: Фантом Пресс, 2014. 207 с. ISBN: 978–5–86471–678–6.
- Watson Richard. The Future: 50 Things You Really Need to Know. Moscow: Phantom Press, 2014. 207 p. ISBN: 978–5–86471–678–6.
10. Perrow Charles. Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies. Princeton University Press, 1999. ISBN: 978–0–691–00412–9.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Дмитрий Вадимович Мун, кандидат экономических наук, заместитель директора ФГБУ Агентство «Эмерком» МЧС России, ведущий научный сотрудник 1 НИЦ «Оценка рисков и предупреждение чрезвычайных ситуаций» ФГБУ ВНИИ ГОЧС МЧС России; SPIN-код: 8126–8644, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2829-8000>; e-mail: dima.mun2013@yandex.ru

Владислав Владиславович Попета, кандидат технических наук, почётный энергетик РФ, со-основатель и президент, Международное экспертное сообщество «www.Risk.today»; e-mail: info@risk.today

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Dmitry V. Mun, Cand. Sci. (Econ.), Deputy Director of FGBU Agency "Emercom" EMERCOM of Russia, Leading Researcher 1 Research Center "Risk Assessment and Prevention of Emergency Situations" Federal State Budgetary Institution All-Russian Research Institute of Civil Defense and Emergencies of the Ministry of Emergency Situations of Russia; SPIN-код: 8126-8644, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2829-8000>; e-mail: dima.mun2013@yandex.ru

Vladislav V. Popeta, Cand. Sci. (Eng.), Honorary Power Engineer of the Russian Federation, co-founder and president of International expert community "www.Risk.today"; e-mail: info@risk.today

Поступила / Received 15.04.2025

Принята / Accepted 06.05.2025

Экономика и инновации / Economy and Innovations

Оригинальная статья / Original article

УДК 330

<https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.04>

Результаты анализа факторов среды для реализации платформенного игрового сервиса в сфере общественного питания

Ю.В. Вылгина ✉, М.Ю. Семаков

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина»,
ул. Рабфаковская, д. 34, г. Иваново, 153003, Российская Федерация

✉ jvilgina@mail.ru

Аннотация. *Актуальность.* В эпоху тотальной цифровизации поиск и реализация способов повышения эффективности коммерческих объектов становится важной и актуальной задачей. *Цель работы.* Обоснование методологической базы разработки инновационных решений на основе механик геймификации, ориентированных на повышение экономической устойчивости предприятий сферы общественного питания. *Материалы и методы.* Сравнительный анализ концепций геймификации, классификация игровых инструментов, адаптация фреймворков из смежных областей, бенчмаркинг успешных кейсов, пилотное тестирование гипотезы, моделирование взаимосвязи между игровыми механиками и финансовой деятельности. *Результаты.* Результаты исследования в области подготовки архитектуры и функциональной наполненности платформенного решения на основе использования цифровых игровых механик для рынка ресторанного бизнеса. Выделены и обобщены подходы к реализации маркетинговых инструментов в сфере общественного питания, выделена новизна предлагаемого решения и представлены архитектурные решения разрабатываемой платформы. *Выводы.* Необходима реализация новых методов повышения эффективности объектов общественного питания. Важно продолжить дальнейшее исследование коммерческой привлекательности подобных решений.

Ключевые слова: геймификация, актуальные тренды на основе игровых механик, игрофикация неигровых видов деятельности, общественное питание, повышение конкурентоспособности

Финансирование. Финансирование отсутствовало.

Для цитирования: Вылгина Ю.В., Семаков М.Ю. Результаты анализа факторов среды для реализации платформенного игрового сервиса в сфере общественного питания. *Информация и инновации.* 2025;20(1):64-83. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.04>

Results of the analysis of environmental factors for the implementation of a platform gaming service in the field of public catering

Yulia V. Vylgina ✉, **Mikhail Yu. Semakov**

State Educational Institution of Higher Professional Education

Ivanovo State Power University named after V. I. Lenin,

34, Rabfakovskaya st., Ivanovo, 153003, Russian Federation

✉ jvlgina@mail.ru

Abstract. *Relevance.* In the era of total digitalization, the search for and implementation of ways to improve the efficiency of commercial facilities is becoming an important and urgent task. *Purpose.* Justification of the methodological basis for the development of innovative solutions based on gamification mechanics aimed at increasing the economic sustainability of catering enterprises. *Materials and methods.* Comparative analysis of gamification concepts, classification of gaming tools, adaptation of frameworks from related areas, benchmarking of successful cases, pilot testing of a hypothesis, modeling the relationship between game mechanics and financial activities. *Results.* Results of the study in the field of preparing the architecture and functional content of a platform solution based on the use of digital game mechanics for the restaurant business market. The approaches to the implementation of marketing tools in the catering industry are identified and summarized, the novelty of the proposed solution is highlighted and architectural solutions of the developed platform are presented. *Conclusions.* It is necessary to implement new methods to improve the efficiency of catering facilities. It is important to continue further research into the commercial attractiveness of such solutions.

Key words: gamification, current trends based on game mechanics, gamification of non-game activities, public catering, increasing competitiveness

Funding. No funding.

For citation: Vylgina Yu.V., Semakov M.Yu. Results of the analysis of environmental factors for the implementation of a platform gaming service in the field of public catering. *Information and Innovations*. 2025;20(1):64-83. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.04>

ВВЕДЕНИЕ

Массовое внедрение инструментов цифровизации в коммерческие объекты малого и среднего бизнеса привело к перестройке внутренних подходов к реализации основных и «надстроечных» процессов. Проблема сегодняшнего ресторанного бизнеса заключается в «исчерпании» возможностей «традиционных» маркетинговых инструментов, способствующих повышению эффективности их работы. Потребители все больше «блокируют» обращения к ним от ресторанов, кроме того, такие ресурсы как Instagram (запрещена на территории РФ), FCQ (ушедшие с рынка), 2Gis и прочие становятся, в большей степени «навигаторами» по объектам для выбора места посещения, но не стимулируют увеличение выручки. Мы в своем исследовании проводим анализ тенденций и особенностей использования инструментов активизации потребительской активности через реализацию цифровых инструментов на основе моделей геймификации. Данное исследование является частью большой работы, ориентированной на создание цифровой гейминговой платформы, которая позволит изменить подходы к реализации маркетингового воздействия на рынок.

Цель работы — обоснование методологической базы разработки инновационных решений на основе механик геймификации, ориентированных на повышение экономической устойчивости предприятий сферы общественного питания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использовались сравнительный анализ концепций геймификации, классификация игровых инструментов, адаптация фреймворков из смежных областей, бенчмаркинг успешных кейсов,

пилотное тестирование гипотезы, моделирование взаимосвязи между игровыми механиками и финансовой деятельностью.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ СРЕДЫ

В последнее время на рынке общепита наметилась тенденция, которая открывает перспективы в поддержании и развитии рынка через применение решений цифрового характера на основе моделей (инструментов) геймификации, реализуемых в области маркетинговой деятельности ресторанов, что формирует новые возможности в повышении эффективности для традиционных объектов данного рынка. Учитывая важность использования клиентской активности, рестораторы готовы использовать любые возможности, чтобы клиент к ним приходил, оставлял максимальное количество денег и возвращался опять. Разработка новых маркетинговых решений, а тем более, решений на основе цифровых гейминговых механик является дорогостоящей и длительной работой, которая требует большого количества дополнительных ресурсов, связанных с поиском кадров с особой квалификацией, финансов, знаний в области новых технологий и актуальных технологических решений и прочих важных элементов. Важно учитывать, что цифровые решения для отрасли стоят дорого и большинство ресторанов не могут себе позволить разработку и внедрение новых цифровых решений самостоятельно, а подключиться к готовым платформам — вполне готовы. Кроме того, рассматриваемая прикладная отрасль считается очень консервативной, базирующаяся на традиционных принципах ведения бизнеса, в связи с этим, разработка и реализация новых цифровых инструментов для стимулирования продаж и удержания

клиентов является актуальной и своевременной задачей.

К 2010 годам геймификация стала формировать тренды информационных технологий, впоследствии ставшие ключевыми для управления бизнесом. Геймификация сегодня стала не только способом проведения досуга, но и научным полем для исследователей, популярным инструментом для вовлечения как специалистов, так и социум в различные процессы, популяризации науки и образования, изменения образа жизни, стимулирования и мотивирования на совершение определенных действий, реализации цифровых гейминговых проектов и прочее. Впервые научный термин «геймификация» был введен в современную управленческую терминологию в 2011 году как «технология новых медиа». Тогда учитывался факт ее использования в компьютерных играх. Однако, в последствии геймификация получила широкое распространение в разных отраслях и сферах деятельности. Компании их используют, в основном, для достижения целей, связанных с вовлечением потребителей. Примером тому являются ставшие уже «стандартными» акции «скрепыши» от «Магнита», «прилипалы» от «Дикси», «залипаки» от «Перекрестка» и прочее.

Геймификация в разных областях отличается целями и методами. Однозначного подхода к системным признакам, целям, классификациям и воздействиям на клиента механик геймификации на сегодняшний день не установлено. Это является существенным «пробелом» в науке «менеджмент», что открывает для исследователей обширное поле для реализации своих научных интересов. Чем консервативнее отрасль, тем интереснее и актуальнее становится задача формирования, использования и оценки воздействия

«игрового механизма» на потребителя. Особое внимание в последнее время уделяется инструментам геймификации в образовании, что доказывает потенциал и актуальность рассматриваемого способа в разных областях и сферах деятельности. Более того, рассматриваемая механика встраивается в методики профессиональной подготовки педагогов, связывая технологии искусственного интеллекта и геймификацию. В статье [1] автор указывает, что «...говоря о корреляции между искусственным интеллектом и геймификацией, необходимо отметить, что принципы геймификации на самом деле используются для улучшения алгоритмов ИИ... геймификация и искусственный интеллект позволяют сделать процесс обучения более адаптивным, захватывающим и полезным, а синтез этих технологий раскрывает огромный потенциал для более эффективного формирования профессиональные навыков...».

В 2023 г эксперты впервые заявили, что геймификация и искусственный интеллект станут ключевыми технологиями для развития экосистем компаний, «в будущем начнется настоящая битва супераппов... процесс расширения предлагаемых сервисов крупными российскими игроками приведет к конкуренции за пользователя в каждом отдельном сегменте. Важный инструмент в этой гонке — геймификация, позволяющая увеличить вовлеченность клиентов в использование разных продуктов»¹.

Сегодня сформированы различные подходы к классификации видов, типов и особенностей игровизации. Выбор

¹ Ключ от всех дверей.

URL: https://www.vedomosti.ru/technologies/new_technologies/articles/2023/11/07/1004492-klyuch-ot-vseh-dverei?from=copy_text (дата обращения: 22.02.2025).

конкретной механики, применимой для достижения результата повышения эффективности — процесс сложный и итерационный. Стоит учитывать, что применяемые механики могут быть абсолютно различными, а их сочетание и достижимость целей за счет мотивационных механизмов «игры» всегда будут расцениваться как инновационные. К наиболее часто встречающимся механикам сегодня можно отнести: «прокачку» уровней, звания и статусы, виртуальные награды, соревнования, персональные рейтинги, игровые персонажи, ачивки и прочее.

Основным инструментом геймификации, способным привести к монетизации, остается игра². Поэтому, прежде, чем формировать инструмент воздействия, необходимо определить, к какому виду стоит отнести разрабатываемое решение, так как от этого будет зависеть, как будет использоваться результат и как будет осуществляться монетизация. Единых подходов для точной идентификации моделей на сегодняшний день не обнаружено. В [2] С. А. Муравская, базируясь на исследованиях 2017–2018 годов, выделяет актуальные направления исследований в области геймификации, в частности, две важные области: 1) изучение механик и их влияния на результаты (геймификация как инструмент), 2) рассмотрение базовых механизмов, за счет которых геймификация позволяет влиять на результат (геймификация как процесс). Уточняя эти области, авторы книги [3] выделяют следующие виды игрофикации: внутреннюю, внешнюю и меняющую поведение, а также выделяют три метода геймифика-

ции: вовлечение при помощи технологий, продвижение через соцсети и сохранение активности людей. Кроме того, в [4] авторами игровые методики «предлагается использовать... в... игровых подходах к неигровым процессам, из которых складывается производственно-торговая деятельность предприятия общественного питания». Там же утверждается, что «все игровые технологии нацелены на повышение потребительского интереса к предлагаемой продукции и услугам данного предприятия, лояльности гостей, что проявляется в увеличении среднего чека в залах и рейтинге предприятия. Успех современного предприятия общественного питания определяется сильной системой обучения персонала на рабочих местах через игровые технологии с высокой степенью его мотивации», что косвенно должно повышать эффективность деятельности объекта.

Повышение эффективности всегда было и будет оставаться одной из главных задач бизнеса. Сегодня много работ посвящено возможностям повышения эффективности через автоматизацию или цифровизацию деятельности коммерческих субъектов. Еще в 2015 г. в статье [5] авторы проводили исследования возможностей использования мобильных приложений для продвижения объектов ресторанного бизнеса, а в [6] приводится исследование роли мобильных приложений «как средства привлечения и удержания клиентов в ресторанно-гостиничной индустрии». Работы заслуживают внимания, так как формируют системный взгляд на выбор и обоснование разработки цифровых мобильных приложений и их важной связи с рыночной позицией ресторана, а также выделения основных преимуществ использования мобильных приложений, как для рестораторов, так

² Геймификация в бизнесе: как повысить эффективность управления персоналом. URL: <https://www.hr-director.ru/article/65676-geymifikatsiya-v-biznese-19-m2> (дата обращения: 23.02.2025).

и для клиентов ресторана. Однако, важным и трендовым механикам геймификации в анализируемых работах внимания уделяется не столь много.

Как показал анализ, практически все внедряемые цифровые инструменты в деятельность ресторанный объект, нацелены на 3 основных результата: повышение выручки, снижения затрат и сильной вариативности внутренних процессов. Механики геймификации способны решить эти задачи, так как, чаще всего нацелены на прямую или косвенную монетизацию применяемого инструмента и получения результата в виде повышения выручки. Однако отметим, что не все проекты по геймификации и не всегда нацелены на монетизацию, в частности, проекты по геймификации в науке больше направлены на погружение в специфику, «получение удовольствия от научного процесса, некое развлечение»³. Процесс усложняется еще и тем, что сложно сформировать обоснованную и точную модель получения дохода от реализации геймингового механизма и эксперты так и не пришли к единому мнению в формировании моделей коммерциализации и монетизации игровых механик. Анализируя открытые источники, авторы формируют свое видение монетизации реализации цифровой игровой платформы в ресторане, базируясь на статистических данных о состоянии рынка общепита и маркетинговых бюджетах, формируемых в субъектах рынка. Разрабатывая авторскую модель монетизации, стоит упомянуть оригинальный подход к формированию модели монетизации в условиях множественного выбора, который рассматривается в [7],

³ Геймификация в науке. URL: <https://www.gamification-now.ru/blog/geymifikaciya-v-nauke> (дата обращения: 23.02.2025).

поддерживающий важность прогнозирования будущих финансовых потоков от реализации геймингового подхода проектируемой цифровой соревновательной платформы. Автор статьи резюмирует, что «модель разработана специально для того, чтобы предоставить разработчику более точный и удобный способ для принятия решения о монетизации своей игры. Это то, что может быть объективно реалистичным и, в то же время, эффективным методом для управления монетизацией компании по производству цифровых игр, одновременно решающим проблемы как с поступлением средств, так и с поддержанием репутации, укрепления маркетинговой кампании, сохранением платежеспособной аудитории, а также соблюдением законов и норм, принятых в обществе». Учитывая этот вывод, подтверждаем свою гипотезу о возможности реализации гейменгового платформенного решения в ресторане с целью повышения эффективности и получения дохода как владельцу бизнеса, так и разработчику.

Ранее в своих исследованиях⁴ мы уже затрагивали вопросы геймификации процессов ресторанный бизнеса и, более того, практически апробировали версию локального игрового инструмента в ресторане BeerGamer House (г. Иваново, начало проекта 2009 — завершение 2020 год), получив практиче-

⁴ Вылгина Ю.В. Цифровая геймификация в деятельности объектов общественного питания / Ю.В. Вылгина, М.Ю. Семаков // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XXII Бенардосовские чтения) материалы международной научно-технической конференции, к 75-летию теплоэнергетического факультета посвящается, Иваново, 31 мая — 02 июня 2023 года. Том 1. — Иваново: Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина, 2023. — С. 225–228. — EDN HVBVZM.

ское подтверждение гипотез о зависимости эмоциональной вовлеченности клиента ресторана в соревнование и повышения объема продаваемой единицы продукции. Эти полученные результаты дали обоснованную уверенность в наметившемся и продолжающемся тренде на использование игровых механик там, где они ранее не рассматривались. Под «геймификацией» мы понимаем реализацию игровых механик в тех областях, в которых ранее такие механики не применяли (мы называем их «неигровые процессы деятельности») для повышения эффективности коммерческой деятельности. Возможность развития данного инструмента в платформу, поддерживающую, изучающую, формирующую вкусы и потребности клиента на персонализированной основе, является перспективным направлением, базирующимся на технологии машинного обучения⁵. Данные исследования позволяют авторам аргументировать выбор инструмента для реализации игровых алгоритмов проектируемого прототипа цифровой платформы, который нацелен на реализацию «психологических механизмов, за счет которых работает геймификация, в том числе типов мотиваторов, стимулирующих тот или иной эффект геймификации, а также видов эмоционально-мотивационных процессов, приводящих к появлению этих эффектов». Эмоционально-мотивационные аспекты «вступление» в игру-соревнование в полном объеме подтверждаются, но остаются вопросы, как долго проек-

⁵ Российские геймеры в 2024 году потратили в играх более 200 млрд рублей.

URL: <https://www.forbes.ru/tekhnologii/530468-rossijskie-gejмеры-v-2024-godu-potratili-v-igrah-bolee-200-mlrd-rublej> (дата обращения: 23.02.2025).

тируемая платформа сможет удерживать внимание клиента.

Исследование показало, что ряд авторов затрагивают и эти вопросы. В частности в [8] указывается, что «...«продолжительность жизни» игры в индустрии напрямую зависит от степени интереса к ней со стороны игроков. Разработчики применяют различные методы привлечения и удержания игрока в созданном ими мире», а ряд исследований содержит анализ «примеров для выявления методов и инструментов, которые применяют разработчики, чтобы их игровой проект продолжал оставаться интересным и востребованным». Таким образом, можно утверждать, что этот вопрос также является уже проработанным.

Полученный вывод также подкрепляется предположением, что, несмотря на то, что по-разному, но все же «играют» все, а не только дети. Подтверждением данной гипотезы может являться тот факт, что «российские геймеры потратили в 2024 году на внутриигровые платежи (донаты) 204 млрд рублей, в среднем по 12 000 рублей на человека... на передний план вышли форматы free-to-play и games as a service — бесплатные игры, в которых предусмотрены покупки для улучшения взаимодействия или ускорения прогресса»⁶. Анализ подтверждает мировой тренд на использование инструментов геймификации и доказывают эффективность его применения в различных отраслях и сферах деятельности. В 2024 году число геймеров во всем мире составляло 3,32 млрд человек. По прогнозам, к концу 2026 г. число людей, которые играют в видеоигры, достигнет 3.68 млрд. За последние 9 лет число геймеров увеличилось на 1,32 млрд человек. Это означает, что 41% населения

⁶ Там же

Земли являются геймерами. По сравнению с данными 2018 года на конец 2023 года, доля геймеров в России увеличилась более чем в 3 раза (с 18 до 60%), что доказывает актуальность идеи на текущий и будущие периоды. Это делает Россию 11-м крупнейшим рынком игр в мире. Главная причина, почему люди предпочитают игры — это возможность расслабиться⁷. Базируясь на этих выводах, считаем важным тенденцию стремления представителей различных сфер деятельности к изменению своего отношения к стандарту предоставления услуги, стремление «вписать» в нетипичные процессы механики геймификации.

На взгляд авторов, отрасль и субъекты рынка «общественное питание» находятся в активном поиске инструментов для удержания и привлечения клиентов, стремясь уйти от применяемых ранее подходов, а реализация новаторского геймингового решения поможет найти пути повышения коммерческой эффективности проектов, которые рестораторы ставят и ставят перед собой. Аргументом важности реализации гейменговых подходов в маркетинговой деятельности объектов ресторанного бизнеса может являться следующая статистика: 69% жителей России играют в игры, мобильный гейминг предпочитает почти половина из них, онлайн-игры признаны самым прибыльным интернет-бизнесом, что обусловлено платежеспособностью и вовлеченностью клиентов, в онлайн-гейминге выросла доля социальных игр, подразумевающих какое-либо взаимодействие между людьми и люди привязывают свои карты, что означает, что они готовы покупать по-

стоянно⁸. Таким образом, геймификация в ресторане — это один из способов реализации задач повышения эффективности за счет реакции на изменяющиеся потребности клиента, вовлечение его в процесс игры, которую он формирует сам.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Нами предлагается к разработке уникальная цифровая платформа, в основе которой лежит традиционная и понятная бизнес логика объектов сферы общественного питания, а новизна подхода заключается в применении IT –функционала для реализации процесса геймификации в виде цифрового ресурса (части будущей цифровой платформы). Целью текущего этапа исследования является получение системных данных для прототипирования сервиса и разработки базовых архитектурных решений на основе анализа предпосылок, рыночного потенциала и трендов в реализации игровых методик, потребностей аудитории и трендов современных технологий. Заметим, что сам основной процесс приготовление пищи и сервис при этом остается главным, а меняется маркетинговая «надстройка», ориентированная на поддержку мотивационной потребности клиента.

Проблема, выявленная в рамках исследования, заключается в отсутствии цифровых предложений на основе игровых механик с применением онлайн соревнований в объектах сферы общественного питания, которые способны привести к повышению эффективности и узнаваемости ресторана, а также решить задачи

⁷ Сколько людей играют в видеоигры? (2025). URL: <https://inclient.ru/video-games-stats/> (дата обращения: 22.02.2025).

⁸ Исследование: 69% жителей России играют в игры, почти половина из них предпочитает мобильный гейминг. URL: <https://dtf.ru/gameindustry/1213292-issledovanie-69-zhitelei-rossii-igrayut-v-igry-pochti-pоловина-iz-nih-predpochitaet-mobilnyi-geiming> (дата обращения: 20.02.2025).

повышения лояльности клиентов. В [9] автор приводит анализ применения игровых модулей для реализации стратегических вопросов развития бренда ресторана тем самым косвенно подтверждая важность реализации таких подходов в маркетинге ресторана. В статье [10] автор указывает, что «чтобы привлечь новых клиентов и удержать постоянную базу гостей, владельцам ресторанов важно постоянно совершенствоваться и следовать последним трендам» и «предлагают несколько... идей, которые помогут ресторану выделиться на фоне конкуренции и привлечь внимание клиентов», называя игровые подходы «инновационными», но не предлагая их оцифровку. Анализ маркетинговых решений в ресторанном бизнесе освещается в [11], формирует и обосновывает важность «новых маркетинговых решений, последовательного и системного продвижения ресторанов» и позволяет систематизировать важные факторы, сложившиеся в среде, помогая обосновать выбор областей реализации проекта:

- недостаточная цифровизация процессов управления лояльностью клиентов в ресторанах и необходимость ее повышения для развития объекта общепита, в которых задействованы игровые механики для реализации «контактов» с потребителями в основе механизма которых лежат данные о потреблении продукта ресторана (на выбор самим рестораном);
- отсутствие предложения на рынке информационных технологий, обеспечивающих комфортное и не требующее дополнительных усилий использование системы для ресторана и трансляции качественного динамического онлайн результата игры;

- отсутствие подобных сервисов, гармонично поддерживающих передачу данных от внутренних сервисов учета ресторана в динамическую базу с последующей обработкой без использования персонала ресторана.

Исследование текущих предложений на исследуемом рынке не выявило наличие явно выраженных решений, подтверждающих реализацию информационных бизнес-задач на основе инструментов геймификации с участием клиентов ресторана, функционирование которого обеспечивается мотивацией клиента в соревновании, победе и получении вознаграждения. Обоснованный сегмент целевой аудитории реализуемой платформы — бары, пивные рестораны, пиццерии, что составляет 60% от всех заведений, представленных на рынке (около 118 800). Значимый спрос на продукт доказывает исследование запросов ЯндексВорд (<https://wordstat.yandex.ru/>) по различным контекстам: игры для ресторанов, баров, пабов, как заработать на ресторане показывая устойчивый спрос на использовании игровых механик на протяжении длительного времени. Полученные данные говорят о большом интересе к геймификации в общепите. Кроме того, эксперты отмечают, что появился позитивный эффект для социума от использования игр: чем активнее люди играют в игры, тем больший интерес проявляют к получению знаний и навыков в области цифровых технологий (исследование НАИФ). В таблице 1 приведено соответствие «пересечения» потребностей геймеров и посетителей ресторанов и кафе.

Мировой ресторанный рынок на конец 2024 г. насчитывал более 15 000 000 заведений с оборотом около \$3 103,6 млрд

Таблица 1. Пересечение причин и потребностей людей
в области гейминга и ресторанов
Table 1. The intersection of people's reasons and needs for gaming and restaurants

Причина, по которой люди выбирают гейминг	Причина, по которой люди идут в ресторан	Вывод
Отдых (66%), во всем мире более 2 млрд людей играют в видеоигры	«Сброс» напряжения	Пересечение потребности
Возможность занять время во время перерыва или поездки на работу (52%)	За положительными эмоциями, самый простой способ получения дофамина: съесть вкусное блюдо, поговорить с близкими, улучшить настроение, ощутить беззаботность, получить возможность отдохнуть	Пересечение потребности
Сбежать от реальности и получить удовольствие (51%)	Место, где тебя понимают	Пересечение потребности

при среднегодовых темпах роста в 6,6%⁹. Ожидается его рост к 2029 г. до \$5 трлн. В России на 2024 г. функционировало 198 000 заведений с оборотом в 3,34 трлн рублей. К 2030 г. прогнозируется рост этого рынка до 218 тыс. объектов¹⁰. Основная целевая аудитория для разрабатываемой платформы сегмент B2B, объекты рынка ресторанного бизнеса: микро, малый и средний ресторанный бизнес без ограничения местоположения. Как было указано выше, актуальность подхода и предлагаемых решений обусловлена необходимостью поиска и реализации

⁹ Global Hotels, Restaurants And Catering HoReCa Market Research 2024, Forecast To 2033.
URL: <https://www.thebusinessresearchcompany.com/market-insights/global-hotels-restaurants-and-catering-horeca-market-2024> (дата обращения: 26.02.2025).

¹⁰ Рынок общественного питания в 2024 г. вырос на 9%, несмотря на инфляцию и кадровый голод.
URL: <https://marketing.rbc.ru/articles/15629/> (дата обращения: 28.02.2025)

нетрадиционных подходов в маркетинговой деятельности, имеющих высокую коммерческую перспективность в повышении эффективности и конкурентоспособности объектов ресторанного бизнеса. Известно, что в среднем рестораны тратят от 3 до 6% своего оборота (для рассматриваемой целевой аудитории средний оборот составляет около 2,5 млн рублей (по статистике 2024 г.) на маркетинговые мероприятия и, как правило, они имеют характер офлайн. Таков потенциал ресторанного рынка.

На протяжении нескольких лет главной площадкой для привлечения внимания клиентов ресторанов был Instagram, являвшийся идеальной платформой для демонстрации кухни и интерьера, продвижения за счет настройки таргетированной рекламы по геолокации, которая приводила в рестораны новых посетителей. «Когда рынок покидают одни игроки, на их место довольно быстро приходят другие. Это относится и к маркетинговым

инструментам: после введения ограничений на работу Instagram в России мы оперативно адаптируемся под обстоятельства и ищем новые возможности, так, например, сейчас основную ставку делаем на аккаунты в Telegram и «ВКонтакте», сервисами myTarget и контекстной рекламой «Яндекс»¹¹. Нами проведена «выборка» и сравнение решений (приложений), используемых как «нишевые решения» (табл. 2). Этот анализ позволяет сделать вывод, что прямых конкурентов и сервисов, которые были бы реализованы в рассматриваемом сегменте, на рынке общепита не присутствуют. Это дает косвенно полагать, что и разработок в этом направлении не ведется. Таким образом, реализация бизнес идеи разработки игрового сервиса для объектов общепита является актуальной и востребованной на рынке.

Надо объективно отметить, что на российском рынке все же представлены (или были представлены, но ушли с рынка) некоторые решения (в том числе и цифрового характера), в которых применяются те или иные игровые элементы (табл. 3). Многие компании на рынке пытаются использовать инструменты игры для мотивации персонала, стимулированию продаж, повышению лояльности потребителя. Анализ показал, что основные игроки отрасли, такие как сеть пиццерий «ДоДо пицца», рестораны быстрого питания «Вкусно и точка», KFC и другие используют элементы игры в своих маркетинговых программах и являются лишь косвенными конкурентами, так как все подобные программы работают в офлайн среде и лишь некоторые используют небольшие элементы цифровизации. Все они направ-

лены только на собственные рестораны и достоинствами таких программ является относительно невысокая стоимость разработки и внедрения.

Анализируя нишевые решения, приходим к выводу, что:

- большинство из них ориентированы на физические лица, объекты общепита с их эффективностью в этих решениях не затрагиваются;
- не стимулируют частоту обращения (поддерживают «узкую» аудиторию потребителей). Наш сервис ориентирован на любого человека (из ЦА) и на большую часть ресторанов;
- не содержат «игровых» элементов, или они реализованы в очень небольшой форме (Untappd);
- если в работе сервиса принимает участие ресторан (TapHunter), то такое обращение заставляет владельцев формировать и поддерживать информационный массив данных, что является трудоёмким и дорогостоящим для них. Наш сервис работает автоматически, соединяясь со стандартными программными продуктами заведений.

Разрабатываемое платформенное решение не имеет границ и способно вовлечь в игру любое количество заведений любых форматов, с любым количеством участников. Основываясь на мотивации к игре посетителя и масштабы соревнований, сервис создает синергию потребления и особую командную атмосферу заведения. Таким образом, разработка направлена на решение следующих научно-технических проблем, решение которых позволяет обеспечить необходимый и требуемый функционал прототипа:

- создание инновационного игрового сервиса, имеющего ряд существенных отличительных характеристик

¹¹ URL: <https://www.forbes.ru/forbeslife/459693-gastronomiceskaa-rutina-pocemu-restorannuu-industriu-mogut-spasti-tol-ko-potrebiteli> (дата обращения: 26.02.2025).

Таблица 2. Сравнение нишевых аналогов приложений
Table 2. Analysis of niche analog applications

Название приложения	Функции, особенности
Untappd https://untappd.com/	– сервис B2C; – использование списка близлежащих заведений; – отзывы пользователей, рекомендация сортов пива; – награждение "Значками" за отзывы, посещение пивоварен; – связь с Facebook, Twitter (запрещенные на территории РФ) или Foursquare (не работает). Награды только в виде «значков» за отзывы, не изменяет коммерческие показатели ресторана (пивоварни), не завязывается на цели по увеличению потребления ресторана. Практически не работает на территории РФ.
The Grainfather https://grainfather.com/	– сервис B2C для использования в домашнем пивоварении; – варианты использования сервиса: использование уже имеющихся рецептов или записывать свои собственные — «создавайте рецепты, сохраняйте их и ставьте оценки, что б вы никогда не забыли». Нет игровых механизмов, не относится к рынку ресторанов вообще (хотя позиционируется как «родственный»).
Any Beer ABV https://apps.apple.com/ru/app/any-beer-abv/id596562309	– имеет обширную базу данных с разными сортами пива; – позволяет пользователям легко и быстро узнать, какой уровень алкоголя в пиве; – содержит списки как импортных, так и отечественных торговых марок. Не имеет отношения к ресторанам, больше работает как справочник для любителей пива.
RateBeer Beer Buddy https://www.ratebeer.com/brewer/23175/sort/2/	– работает как сканер штрих-кода; – аккумулирует информацию рейтинга RateBeer и список событий в мире пива. Не имеет отношения к ресторанам, больше работает как справочник, нет игровых механик.
BeerSmith Mobile Homebrewing https://beersmith.com/mobile/	– для современных домашних пивоваров; – позволяет найти новые рецепты. Справочно-информационный характер сервиса, нет игровых механик.

Окончание табл. 2 / End of table 2

Название приложения	Функции, особенности
BJCP Style Guides https://www.bjcp.org/bjcp-style-guidelines/	– руководство, поддерживаемое организацией домашних пивоваров, которые ведут детальное описание по стилям пива; – включает анализ количественных показателей стилей (содержание алкоголя, уровень горечи, цвет) и описание того, каким должно быть пиво этого стиля на вкус и запах. Справочно-информационный характер сервиса, нет игровых механик.
TapHunter https://www.taphunter.com/	– показывает, какое пиво доступно поблизости в любимых заведениях; – бары и рестораны могут в реальном времени загружать данные, а пользователи — осуществлять поиск по местоположению или сортам, либо просмотреть карту; – календарь событий, что позволяет следить за ближайшими дегустациями или пивными фестивалями; – настроить уведомления о появлении любимых сортов в близлежащих заведениях. Справочно-информационный характер сервиса, вовлекает, но не «играет».
HomeBrewTalk https://www.homebrewtalk.com/	– форум Домашних Пивоваров; – «социальная сеть» для любителей пива.

по сравнению с известными решениями, так как он предназначен для использования любым объектом общепита с любым выбранным продуктом для поддержания бизнес процессов ресторана, осуществляя интеграцию с внешним сервисом ИКО;

- создание уникального программного решения, включающего интеграционный модуль преобразования выходных данных систем учета заведения.

Разрабатываемый сервис должен обрабатывать и показывать результаты потребления любой ассортиментной позиции ресторана по желанию участника. При выполнении работы предполагается

разработка механизма сбора и преобразования данных с программ сторонних разработчиков, установленных в любом ресторане. Это позволит использовать сервис и принять участие в игре любому заведению общепита без ограничений. При этом наблюдать онлайн не только свои динамичные результаты, но и вступить в игру с другими заведениями города или городов. Сервис позволяет помимо вовлечения в игру большого количества посетителей, создавать возможности для ресторана в поддержании своих маркетинговых инструментов в виде реализации программ лояльности для победителей, постоянных посетителей, реализовать собственные соревнования,

Таблица 3. Сравнение аналогов решений
Table 3. Comparison of analog solutions

Аналог, сфера	Решение	Вид решения	Недостаток
ДоДо Пицца, общепит	Клиент может «бросить кости» в приложении и определить свою скидку на сегодняшний день, а также может кинуть виртуальный кубик подбора состава комбо. Мотивирует присваиваемыми статусами на покупку.	Игровое, цифровое, мобильное приложение	Не реализует механизм выбора «игрового» продукта
Старбакс, общепит	Начисляет баллы на выпитые чашки кофе и преобразовывает выпитый объем в игровой результат.	Игровое, не цифровое	
Яндекс «Плюс Дейли», ИТ	Позволяет получать баллы Плюса и промокоды для сервисов Яндекса при выполнении заданий, за которые начисляются звездочки и баллы. Собрав их достаточно можно открыть бокс и выбрать один из подарков.	Игровое, цифровое	Необходимо иметь подписку Плюс, пользоваться сервисами Яндекса. Охватывает только существующих пользователей, слабо привлекает новых клиентов, ориентирована только на продвижение своих сервисов, а также сложна в понимании заданий. Не использует соревновательный эффект, пользователь не видит результаты других игроков, требуется тщательная подготовка заданий для пользователей. Не поддерживает связь он и офлайн.
ВкуссВилл, ритейл	Пользователям приложения выдаются ачивки и статусы за покупки и выполнения заданий.	Игровое, цифровое, приложение	Сервис стимулирует только потребление отдельных продуктов. Несмотря на то, что осуществлена попытка поддержки связи он и офлайн, она выражается в строго выстроенных направлениях и требует большой подготовительной работы. Клиент не видит результаты других игроков.

Окончание табл. 3 / End of table 3

Аналог, сфера	Решение	Вид решения	Недостаток
Онлайн Кубок Спорт-мастер, ритейл	Совершение игровых действий и сбор «энергии» (баллы), проводимых в строго ограниченный временной период.	Игровое, цифровое	Не показывает результаты других «игроков», не приводит в систему новых потребителей, не объединяет усилия для достижения цели. Кроме того, не поддерживает связь он и офлайн.
Онлайн-квест KFC Virtual Escape Room, общепит	Для развития собственного персонала: чтобы выбраться из виртуальной комнаты, сотрудник должен выполнить ряд заданий за определенное время.	Игровое, цифровое	Много сложных подготовительных действий, не ориентирован на потребителя.
Pizza Hero от Domino's, общепит	предлагает пользователям стать пиццмейкерами и создать свою собственную «идеальную пиццу», которую далее можно заказать в ближайшей торговой точке.	Игровое, цифровое	Отсутствие рейтингового результата, мотивирующего потребителя к улучшению своего результата. Кроме того, пользователь не видит результаты других «игроков».
Квиз-игра, общепит	Командная интеллектуальная игра.	Игровое, не цифровое	Формируется соревновательный дух, не увеличивает выручку ресторана, а, в большей степени, несут затратную часть на поддержание мероприятия.

приуроченные к какой-либо дате, бросить вызов другим заведениям города или других городов и т. д. Предлагаемое решение позволит повысить коммерческие показатели ресторана, обеспечить качество технологического процесса за счет цифровизации бизнес-процесса ресторана, проследить «историю клиента» и получить детальный «Отчет», осуществлять операционный контроль продаж продукта.

Несмотря на кажущуюся простоту идеи, она имеет ряд сложных технических, технологических, программных моментов,

которые необходимо реализовать. Технологическое ноу-хау заключается в практической реализации игрового сервиса, так как такой «связки решений» не было на рынке до реализации проекта «ресторана нового поколения BeerGamerHouse», так и до сих пор никем не реализовано. Данный опыт говорит о том, что разрабатывается прототип, не имеющий аналогов, мощный цифровой маркетинговый инструмент для отрасли общепита по стимулированию продаж в режиме онлайн, дающий в итоге дополнительные доходы как владельцу бизнеса, так и увеличение

налогооблагаемой базы для государства. Он формируется на основе данных, собираемых с программ автоматизации (наиболее часто на российском рынке используются ИКО, R-Keeper и т. д.), установленных в конкретном заведении, а результат размещается на экранах мониторов в заведении и транслируются в виде динамичного онлайн рейтинга.

Проведенные исследования уже позволили сформировать ряд решений, способных «протестировать» прототип разрабатываемой платформы. В частно-

сти, разработана архитектура сервиса (рис. 1), основанная на клиент-серверной технологии, разработан RFP проекта. Обоснован язык программирования для тестирования прототипа JavaScript, C#, PHP.

К основным компонентам прототипа отнесены:

- рабочее место заведения (web-клиент);
- база данных;
- отображение рейтинга (ссылка на web-страницу);

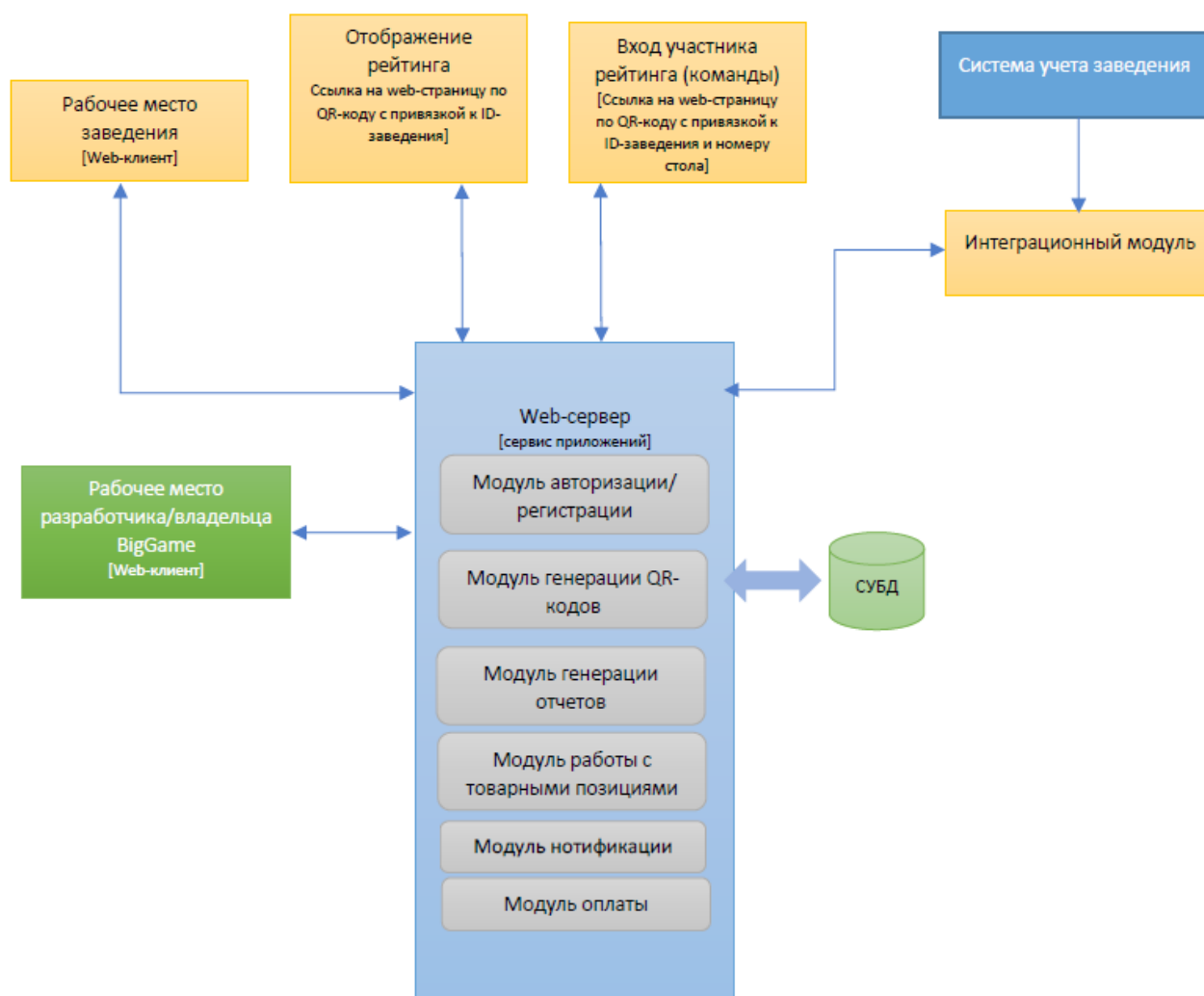


Рис. 1. Предполагаемая архитектура ресурса
Fig. 1. Proposed resource architecture

- вход участника рейтинга (команды) в виде ссылки на web-страницу по QR-коду с привязкой к ID-заведения и номеру стола;
- интеграционный модуль: web-сервер [сервис приложений]: модуль авторизации/ регистрации, модуль генерации QR-кодов, Модуль генерации отчетов, модуль работы с товарными позициями, модуль нотификации, модуль оплаты и рабочее место разработчика (web-клиент).

Кроме того, разработан дизайн пользовательского интерфейса функционала (рис. 2).

Цифровая экономика очень повлияла на привычные подходы к ведению биз-

неса. На рынке появились новые формы, в которых базовые активы становятся не нужны. Таким образом, в условиях дальнейшей цифровизации экономики, роста инновационной активности объективно возрастает роль маркетингового сопровождения деятельности. Проводимые исследования позволяют утверждать, что игровые методы работают во всех сферах жизни. Геймификация маркетинговых процессов ресторана позволит создать более высокую вовлеченность клиентов, а значит, приведет к росту выручки и прибыли. Поэтому элементы геймификации уже используют передовые компании и начинают внедрять во многих индустриях.

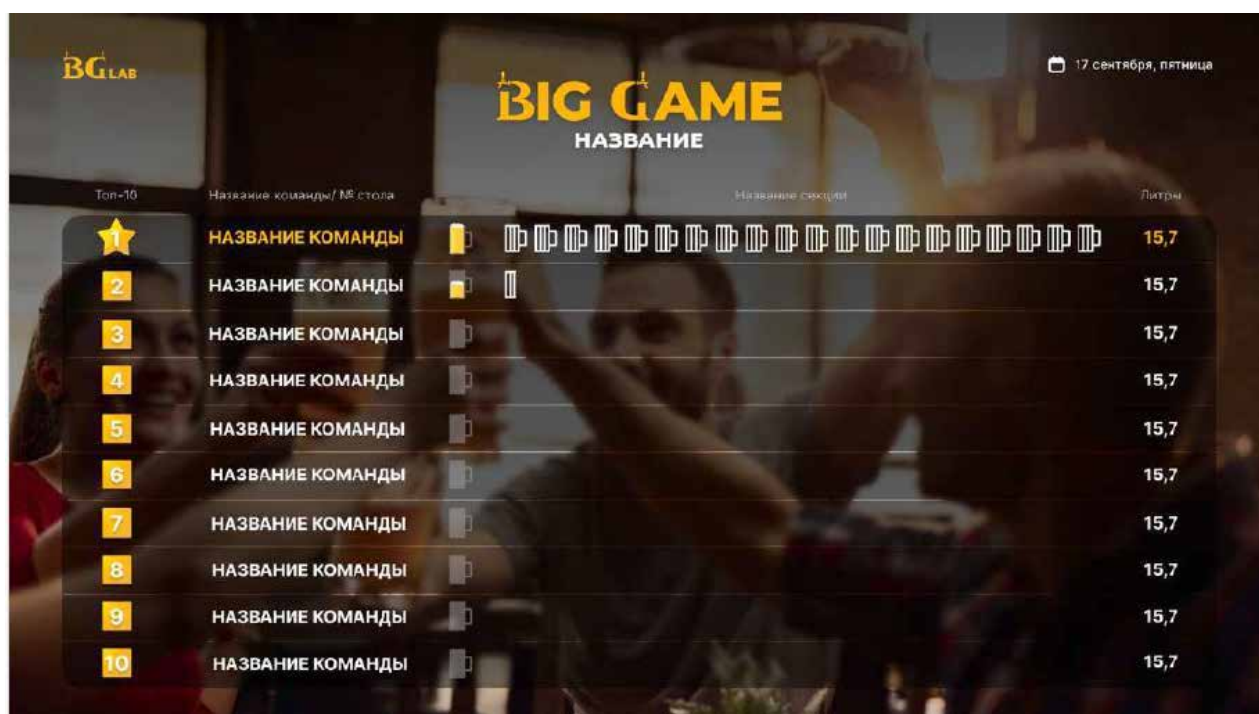


Рис. 2. Разработанный дизайн экрана игровой платформы.

Fig. 2. Developed design of the gaming platform screen.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цифровизация прочно вошла в реализацию процессов основной и «надстрочной» деятельности объектов обществен-

ного питания. Этот факт необходимо учитывать при выборе стратегии повышения эффективности деятельности. Изменения взглядов владельцев ресторанного

бизнеса становится драйвером в поиске и реализации новых маркетинговых решений, разработка игровых механик может стать новым «голубым океаном» для разработчиков цифровых решений. Поэтому, проводимые авторами исследо-

вания и систематизация существующих подходов в анализируемой области носят важный характер. Это направление должно стать стратегическим ориентиром для современных объектов общественного питания.

ВКЛАД АВТОРОВ

Ю.В. Вылгина — концептуализация, методология, проверка результатов исследования
М.Ю. Семаков — концептуализация, проведение исследования, курирование

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Yulia V. Vylgina — conceptualization, methodology, verification of research results
Mikhail Yu. Semakov — conceptualization, research implementation, supervision

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Корнеева Н.Ю. Цифровая среда вуза в предметной подготовке педагогов профессионального обучения: искусственный интеллект и геймификация. *Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование. Педагогические науки»*. 2024;16(3):82–90. <https://doi.org/10.14529/ped240308>
Korneeva N.Yu. University digital environment in subject training of future teachers for vocational education: artificial intelligence and gamification. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Education. Educational Sciences*. 2024;16(3):82–90. (In Russ.). <https://doi.org/10.14529/ped240308>
2. Муравская С.А., Смирнова М.М. Геймификация: подходы к определению и основные направления исследований в менеджменте. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент*. 2019;18(4): 510–530. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu08.2019.402>
Muravsakaia S.A., Smirnova M.M. 2019. Gamification: Main approaches to definition and research directions. *Vestnik of Saint Petersburg University. Management*. 2019;18(4):510–530. (In Russ.). <https://doi.org/10.21638/11701/spbu08.2019.402>
3. Вербакх К., Хантер Д. Вовлекай и властвуй. Игровое мышление на службе бизнеса. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2015. 224 с. ISBN 978-5-00057-344-0.
Verbakh K., Hunter D. Involve and dominate. Game thinking in the service of business. Moscow: Mann, Ivanov and Ferber, 2015. 224 p. ISBN 978-5-00057-344-0.
4. Джум Т.А., Корнева О.А., Дунец Е.Г., Журавлев Р.А. Игровые подходы к неигровым процессам для осознания персоналом ценностей предприятия общественного пи-

- тания и их активного продвижения на рынке. *Экономика устойчивого развития*. 2021;(3):63–66. EDN FMMSZC. https://doi.org/10.37124/20799136_2021_3_47_63
- Djum T. A., Korneva O. A., Dunets E. G., Zhuravlev R. A. Game approaches to non-game processes for awareness of the staff of the values of the catering enterprise and their active promotion in the market. *Economics of sustainable development*. 2021;(3):63–66. EDN FMMSZC. https://doi.org/10.37124/20799136_2021_3_47_63
5. Баскакова О.В., Димов Г.В., Мачабели М.Ш. Мобильные приложения в развитии ресторанного бизнеса. *Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики*. 2015;(6):47–51. EDN VMLTJH
- Baskakova O. V., Dimov G. V., Machabeli M. Sh.. Mobile applications in the development of the restaurant business. *Fundamental and applied research of the cooperative sector of the economy*. 2015;(6):47–51. EDN VMLTJH
6. Гусев С.А. Продвижение товаров и услуг через мобильное приложение организации. *Вестник Московского финансово-юридического университета МФЮА*. 2024;(2):230–235. EDN FQECVC. https://doi.org/10.52210/2224669X_2024_2_230
- Gusev S.A. Promotion of goods and services through the organization's mobile application *Bulletin of the Moscow Financial and Law University MFUA*. 2024;(2):230–235. EDN FQECVC. https://doi.org/10.52210/2224669X_2024_2_230
7. Васильев В.С. Модель выбора способа монетизации для игровой индустрии. *Научные труды Вольного экономического общества России*. 2020;(4): <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2020-224-4-554-569>
- Vasiliev V.S. Model for choosing a monetization method for the gaming industry. *Scientific works of the Free Economic Society of Russia*. 2020;(4): <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2020-224-4-554-569>
8. Ларицкая М.Г. Манипуляции игроком для удержания его в виртуальном мире. *Декоративное искусство и предметно-пространственная среда. Вестник РГХПУ им. С.Г. Строганова*. 2020;(3–2):278–292. EDN DGSZDG
- Laritskaya M. G. Manipulation of the player to keep him in the virtual world. *Decorative art and subject-spatial environment. Bulletin of the Russian State University of Art and Industry named after S.G. Stroganov*. 2020;(3–2):278–292. EDN DGSZDG
9. Курганова Е.Б. Игрофикация бренда: возможности и угрозы. *Современные проблемы науки и образования*. 2014;(1):354. EDN SBKXKR
- Kurganova E. B. Brand gamification: opportunities and threats. *Modern problems of science and education*. 2014;(1):354. EDN SBKXKR
10. Казак А.Н., Тельных В.С., Шахназарян Б.А. Направления использования новейших технологий в ресторанном бизнесе. *Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ»*. 2016;(14):48–56. EDN ZHJRBZ
- Kazak A.N., Telnykh V.S., Shakhnazaryan B.A. Directions for the use of the latest technologies in the restaurant business. *Electronic online polythematic journal "Scientific Works of KubSTU"*. 2016;(14):48–56. EDN ZHJRBZ
11. Клещукова У.А. Маркетинговые решения в ресторанном бизнесе. *Российское предпринимательство*. 2014;(10):118–122. EDN SDVXJP
- Kleshchukova U.A. Marketing solutions in the restaurant business. *Russian entrepreneurship*. 2014;(10):118–122. EDN SDVXJP

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Юлия Вадимовна Вылгина, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента и маркетинга, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», г. Иваново, Российская Федерация; Scopus ID 57192277514, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7924-3036>; e-mail: jvilgina@mail.ru

Михаил Юрьевич Семаков, доцент кафедры менеджмента и маркетинга, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина», г. Иваново, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6325-1165>; e-mail: mikhail.semakoff@gmail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Yulia V. Vylgina, Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management and Marketing, State Educational Institution of Higher Professional Education Ivanovo State Power University named after V. I. Lenin, 34, Rabfakovskaya st., Ivanovo, Russian Federation; Scopus ID 57192277514, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7924-3036>; e-mail: jvilgina@mail.ru

Mikhail Yu. Semakov, Associate Professor of the Department of Management and Marketing, State Educational Institution of Higher Professional Education Ivanovo State Power University named after V.I. Lenin, 34, Rabfakovskaya st., Ivanovo, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6325-1165>; e-mail: mikhail.semakoff@gmail.ru

Поступила / Received 06.03.2025

Принята / Accepted 28.03.2025

Информационные процессы / Information Processes

Оригинальная статья / Original article

УДК 004.021

<https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.02>

Проектирование системы операционной поддержки сети связи на основе микросервисной архитектуры

А.В. Синицын, А.А. Замошников ✉, С.А. Селиванов, С.Я. Прокофьев, И.В. Тузов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА — Российский технологический университет»

Российская Федерация, г. Москва, проспект Вернадского, 78, 119454,

✉ zamoshnikov81@mail.ru

Аннотация. *Актуальность.* Развитие информационных технологий привело к значительному увеличению объемов передаваемых данных, что в свою очередь создает серьезные вызовы для телекоммуникационных сетей. *Цель.* Проектирование архитектуры системы операционной поддержки сети связи, а также выбор целесообразных и актуальных технологий для дальнейшей разработки системы. *Материалы и методы.* Распределенный сервис Apache Zookeeper, распределенная потоковая платформа Apache Kafka, открытая объектно-реляционная СУБД PostgreSQL, язык программирования Java, фреймворк Spring, фреймворк для создания веб-приложений Hilla, открытый формат для хранения и передачи географических данных GeoJSON, библиотека для визуализации данных D3.js, библиотека JavaScript React. *Результаты.* Разработана система, базирующаяся на клиент-серверной архитектуре и микросервисном взаимодействии, которая позволяет эффективно управлять сетевыми ресурсами, минимизировать задержки и адаптироваться к динамичным изменениям в сети. *Выводы.* Использование современных технологий как на стороне клиента, так и на стороне сервера, обеспечивает высокую производительность и масштабируемость решения, что делает его перспективным для дальнейшего развития в условиях стремительно растущих требований информационной инфраструктуры.

Ключевые слова: микросервис, архитектура, маршрут, технологии, интеграция, узлы

Финансирование. Финансирование отсутствовало.

Для цитирования: Синицын А.В., Замошников А.А., Селиванов С.А., Прокофьев С.Я., Тузов И.В. Проектирование системы операционной поддержки сети связи на основе микросервисной архитектуры. *Информация и инновации*. 2025;20(1):84-104. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.02>

Design of the communication network operational support system based on microservice architecture

Alexander V. Sinitsyn, Alexander A. Zamoshnikov ✉,
Sergey A. Selivanov, Sergey Ya. Prokofiev, Ivan V. Tuzov
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
"MIREA — Russian Technological University"
Vernadsky Avenue, 78, Moscow, 119454, Russian Federation
✉ zamoshnikov81@mail.ru

Abstract. *Relevance.* The development of information technology has led to a significant increase in the volume of transmitted data, which in turn creates serious challenges for telecommunications networks. *Goal.* Designing the architecture of the communication network operational support system, as well as selecting appropriate and relevant technologies for further system development. *Materials and methods.* Apache Zookeeper distributed service, Apache Kafka distributed streaming platform, PostgreSQL open object-relational database, Java programming language, Spring framework, Hilla web application framework, GeoJSON open format for storing and transmitting geographical data, D3 data visualization library.js, the React JavaScript library. *Results.* The built system, based on a client-server architecture and micro-service interaction, allows efficient management of network resources, minimizes delays and adapts to dynamic changes in the network. *Conclusion.* The use of modern technologies on both the client and server sides ensures high performance and scalability of the solution, which makes it promising for further development in the face of rapidly growing information infrastructure requirements.

Keywords: microservice, architecture, route, technologies, integration, nodes

Funding. No funding.

For citation: Sinitsyn A.V., Zamoshnikov A.A., Selivanov S.A., Prokofiev S.Ya., Tuzov I.V. Design of the communication network operational support system based on microservice architecture. *Information and Innovations*. 2025;20(1):84-104. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.02>

ВВЕДЕНИЕ

Развитие информационных технологий привело к значительному увеличению объемов передаваемых данных, что в свою очередь создает серьезные вызовы для телекоммуникационных сетей. Основные проблемы, такие как перегрузка каналов, задержки в передаче данных и недостаточная отказоустойчивость, требуют внедрения актуальных подходов в маршрутизации сетевого трафика. Эффективное построение маршрутов является ключевым моментом в оптимизации работы сетей, позволяющим минимизировать задержки, снизить потери данных и распределить нагрузку между узлами. Процесс построения маршрутов является довольно трудозатратным для операторов телекоммуникационных сетей. В связи с этим, стоит цель оптимизировать данный процесс путём перекладывания вычислительных операций на автоматизированные системы управления, использующие алгоритмы, решающие задачу построения графа-маршрута. Поэтому актуальной становится разработка автоматизированных систем управления, которые способны адаптивно решать задачи построения оптимальных маршрутов [1].

Целью данного исследования является проектирование архитектуры системы операционной поддержки сети связи, а также выбор целесообразных и актуальных технологий для дальнейшей разработки системы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На серверной стороне система CNOSS опирается на проверенные и масштабируемые решения:

Apache Zookeeper — это распределенный сервис для управления конфигурацией, синхронизации и координации рас-

пределенных систем. Он предоставляет простой и надежный способ управления распределенными приложениями, обеспечивая согласованность данных и координацию между узлами.

Apache Kafka — это распределенная потоковая платформа, предназначенная для обработки, хранения и передачи больших объемов данных в реальном времени. Она широко используется для построения масштабируемых, отказоустойчивых и высокопроизводительных систем обработки данных. Для хранения метаданных Kafka-кластера используют Zookeeper, но следует упомянуть, что начиная с версии 2.8.0 у Kafka появляется режим Kafka Raft Metadata mode (KRaft), что делает использование Zookeeper опциональным [2].

PostgreSQL — открытая объектно-реляционная СУБД, отвечающая принципам ACID и поддерживающая хранение JSON-объектов, используемых для хранения маршрутов [3].

Java — высокоуровневый объектно-ориентированный язык программирования с строгой статической типизацией, поддерживающий принципы WORA («Write Once, Run Anywhere») благодаря исполнению на JVM (Java Virtual Machine). Широко применяется в enterprise-разработке, Big Data (Hadoop, Spark), Android и серверных приложениях.

Spring — модульный фреймворк для Java, реализующий паттерны Inversion of Control (IoC) и Dependency Injection (DI). Предоставляет подпроекты (Spring Boot, Spring MVC, Spring Security, Spring Data), ускоряющие разработку масштабируемых back-end приложений с поддержкой микросервисной архитектуры.

Hilla — фреймворк, интегрирующий Java-бэкенд с React-фронтендом через TypeScript. Использует реактивную модель данных и автоматическую генера-

цию API (на основе аннотаций Java), что сокращает время разработки CRUD-приложений.

GeoJSON — стандартизированный формат обмена геопространственными данными, основанный на JSON. Поддерживает геометрические примитивы (Point, LineString, Polygon) и их коллекции, применяется в GIS (Geographic Information Systems) и веб-картографии.

D3.js — JavaScript-библиотека для динамической визуализации данных на основе веб-стандартов (SVG, Canvas, CSS). Реализует декларативный подход к привязке данных к DOM, обеспечивая высокую гибкость в построении сложных диаграмм, карт и интерактивных дашбордов.

React — декларативная JavaScript-библиотека для построения компонентных пользовательских интерфейсов. Использует Virtual DOM для оптимизации рендеринга и поддерживает односторонний поток данных (unidirectional data flow), что упрощает управление состоянием приложения (в сочетании с Redux или Context API).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

1. Постановка задачи

Основной задачей данного исследования является разработка системы автоматизированного построения маршрутов в телекоммуникационных сетях, способной адаптироваться к динамическим изменениям параметров сети и обеспечивать эффективное управление сетевыми ресурсами. Система должна уметь строить маршрут, чтобы минимизировать временные задержки, снизить потери данных и балансировать нагрузку между узлами сети.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие подзадачи:

1. Разработка архитектуры системы на основе микросервисного взаимодействия, обеспечивающей гибкость, отказоустойчивость и масштабируемость решения.

2. Создание механизма маршрутизации запросов с разделением авторизованного и неавторизованного трафика, а также проверкой валидности данных авторизации.

3. Разработка клиентского веб-приложения с удобным интерфейсом для управления маршрутами и конфигурацией сети. Интеграция с системами хранения данных и обработки потоков информации, такими как PostgreSQL, Apache Kafka и Zookeeper, для обеспечения надежности и согласованности данных.

4. Обеспечение поддержки масштабируемости и автоматизированного обновления конфигурации системы без необходимости остановки сервиса. Решение поставленной задачи должно учитывать требования операторов телекоммуникационных сетей и предоставлять возможность кастомизации системы под индивидуальные потребности.

2. Архитектура системы CNOSS

В условиях импортозамещения и необходимости доработки существующих решений, таких как Elastic Services Platform, было принято решение о разработке собственной системы операционной поддержки сети связи (CNOSS — Communication Network Operation Support System). Основной особенностью CNOSS является возможность адаптировать систему под специфические требования оператора [4, 5].

2.1 Клиент-серверная архитектура и микросервисное взаимодействие

Система CNOSS реализована по принципу клиент-серверной архитектуры

с разделением логики на несколько микросервисов. При разработке системы автоматизированного построения маршрутов в телекоммуникационных сетях выбор архитектурного подхода играет ключевую роль. Микросервисная архитектура в данном случае является более предпочтительной по сравнению с монолитной по нескольким причинам.

Во-первых, каждый сервис можно масштабировать независимо. Например, если возрастает нагрузка на сервис аутентификации, его можно масштабировать отдельно от других компонентов системы. В монолите же увеличение нагрузки на один из модулей вынуждает масштабировать всё приложение целиком, что приводит к избыточному расходу ресурсов.

Во-вторых, отказ одного микросервиса не приводит к отказу всей системы. Остальные сервисы продолжают функци-

онировать. В монолите же ошибка в одном модуле может привести к отказу всего приложения.

В-третьих, микросервисный подход позволяет распределять ответственность между людьми в команде, каждый из которых разрабатывает и поддерживает отдельный сервис. Это ускоряет разработку и улучшает читаемость кода. В монолите же разработка усложняется из-за высокой связанности компонентов и зависимости между разработчиками.

В-четвертых, обновление отдельных микросервисов можно выполнять без остановки всей системы. Каждый сервис можно тестировать и запускать независимо, что сокращает время вывода новых функций на рынок. В монолите же тестирование и развертывание требуют больше времени и ресурсов.

На рис. 1 представлены все компоненты системы CNOSS.



Рис. 1. Компоненты системы CNOSS
Fig. 1. Components of the CNOSS system

2.2 Шлюз

Шлюз — это сервис маршрутизации запросов с клиентской части, который определяет внутренний микросервис для обработки запроса, разделяет авторизованный и неавторизованный трафик, а также проверяет валидность данных авторизации. С помощью данного шлюза можно добавлять новые интеграции без дополнительной настройки авторизации на каждой из интеграций. Достигается путём перенаправления входящего в серверную часть трафика через сервис [6].

Помимо этого, шлюз ограничивает запросы извне, пропуская только допустимые установленные запросы. Сервис написан с использованием библиотеки Spring Cloud Gateway.

Для реализации логики разделения был написан фильтр аутентификации. В его задачи входит проверка валидности JWT-токена путём запроса на сервис авторизации. В случае отсутствия токена запрос отклоняется. В Листинге 1 отражен код фильтра, проверяющий авторизацию входящего запроса.

Листинг 1 — код фильтра для проверки авторизации входящего запроса:

```
public class AuthenticationGatewayFilterFactory extends AbstractGatewayFilterFactory<AuthenticationGatewayFilterFactory.Config>{
```

```
    public GatewayFilter apply(Config config) {
        return (exchange, chain) -> {
            //если авторизация выключена, то пропускаем фильтр
            if (!config.securedEnabled) {
                return chain.filter(exchange);
            }
            //получение токена из header'a
            String bearerToken = exchange.getRequest().getHeaders().getFirst(Constant.HEADER_AUTHORIZATION);
            //если токен не найден — вернуть ошибку аутентификации
            if (bearerToken == null) {
                return onError(exchange, HttpStatus.OK, "Ошибка аутентификации", "AUTH: ERROR",
                    «Нет токена авторизации»);
            }
            //вызов сервиса авторизации для проверки jwt-токена
            return WebClient.builder().get()
                .uri(url + endpoint)
                .header(Constant.HEADER_AUTHORIZATION, bearerToken)
                .retrieve()
                .bodyToMono(JwtValidationRs.class)
                .map(response -> {
                    //если проверка jwt-токена не пройдена — вернуть ошибку авторизации
                    if (!response.isSuccess()) {
                        throw new ResponseValidationException(response);
                    }
                    //если проверка успешна — дополнить запрос данными о клиенте
                    exchange.getRequest().mutate().header("Id", response.getId());
                    exchange.getRequest().mutate().header("Email", response.getEmail());
                    exchange.getRequest().mutate().header("FirstName", response.getFirstName());
                });
        };
    }
}
```


Данный фильтр добавляется в файл конфигурации путём добавления в секцию `Filters`.

```
- id: create-route
```

2.3 Сервис аутентификации

1. Заголовок — указывает, какой алгоритм использован для подписи.

3. Подпись — используется для проверки подлинности токена, создаётся с помощью секретного ключа.

Пример JWT-токена в системе:

DAyliwibWlkZGxIX25hbWUiOiJhZG1pbilis
lmZpcnN0X25hbWUiOiJhZG1pbilislnN1Yil
6lmFkbWluliwiaWF0ljoXNzQwNjgzNjlyLCJ
leHAiOiJlE3NDA4Mjc2MjJ9.0m9cdoogoUh-
uF9MeOnAGHSJqKKpj6fBcyw3OXlyqfU

Расшифровка токена:

- eyJhbGciOiJIUzI1NiJ9-{"alg":"HS256"} — алгоритм шифровки данных;

- eyJsYXN0X25hbWUiOiJhZG1pbilslmkl
ljoYzBhODU1MDEtOTU0OC0xNDdlLTgxO
TUtNDhkNDM5NzczwMDAyliwibWlkZGxIX2
5hbWUiOiJhZG1pbilslmZpcnN0X25hbWUi
OiJhZG1pbilslmN1Yil6ImFkbWluliwiaWF0Ij
oxNzQwNjgzNjlyLCJleHAiOiE3NDA4Mjc2M
jJ9 — {"last_name":"admin","id":"c0a85501-
9548-147e-8195-48d439770002","middle_
name":"admin","first_name":"admin","sub":"a
dmin","iat":1740683622,"exp":1740827622} —
данные о пользователе;

- 0m9cdoogoUh-uF9MeOnAGHSJgKKpj6fVcyw3OXlygfU — зашифрованная подпись.

2.4 Сервис агрегации данных

Сервис агрегации данных — это бизнес-сервис, предоставляющий эндпоинты (Эндпоинт — точка доступа приложения, к которой можно обратиться для выполнения нужного действия или получения данных) для работы со справочной информацией об актуальном состоянии системы и агрегирующий посчитанные маршруты для дальнейшей их обработки [7–9].

Задачами сервиса агрегации данных являются:

1. Создание, изменение и удаление информации о точках, бакетов и плат системы.
2. Работа с клиентскими данными, а также предоставление клиенту в пользование портов в платах для его маршрутов.

3. Управление активными маршрутами клиентов.

4. Ведение и подсчет статистики по нагрузке системы.

Сервис построен на принципе событийной модели. Основной сущностью, с которой работает сервис, является сущность Task. С помощью неё агрегируется информация по запросам пользователя и контролируется очередность построения маршрутов. Пример создания такой задачи в многопоточной среде можно увидеть в Листинге 3. Класс DistributedLock выполняет задачу блокировки ресурсов, что позволяет при одновременной попытке создания нескольких задач разными экземплярами приложения, создать только одну задачу.

Листинг 3 — код создания задачи на расчёт маршрутов:

```
public TaskEntity createTaskWithLock(UUID clientId) {
    //блокировка процесса создания задачи с помощью Apache Zookeeper
    try (DistributedLock lock = new DistributedLock(curatorFramework, Constant.TASK_
LOCK_CODE, waitTime)) {
        //поиск активной задачи в базе
        TaskEntity taskEntity = taskRepository.findByActiveFlagTrue();
        //если есть активная задача — прекратить обработку
        if (taskEntity != null) {
            throw new TaskException("Найдена активная задача. Попробуйте позже");
        }
        //иначе — создание активной задачи
        return taskRepository.save(new TaskEntity()
.setCreatedTime(LocalDateTime.now())
.setActiveFlag(true)
.setClientId(clientId));
    } catch (Exception e) {
        log.error("Ошибка при попытке открыть задачу", e);
        throw new TaskException("При попытке открыть задачу произошла ошибка. Попробуйте позже");
    }
}
```

Процесс, выполняемый данным примером кода также отображён на диаграмме последовательности, представленной на

рис. 2, начиная с этапа «Создание файла задачи» и заканчивая этапом «Файл задачи удалён».

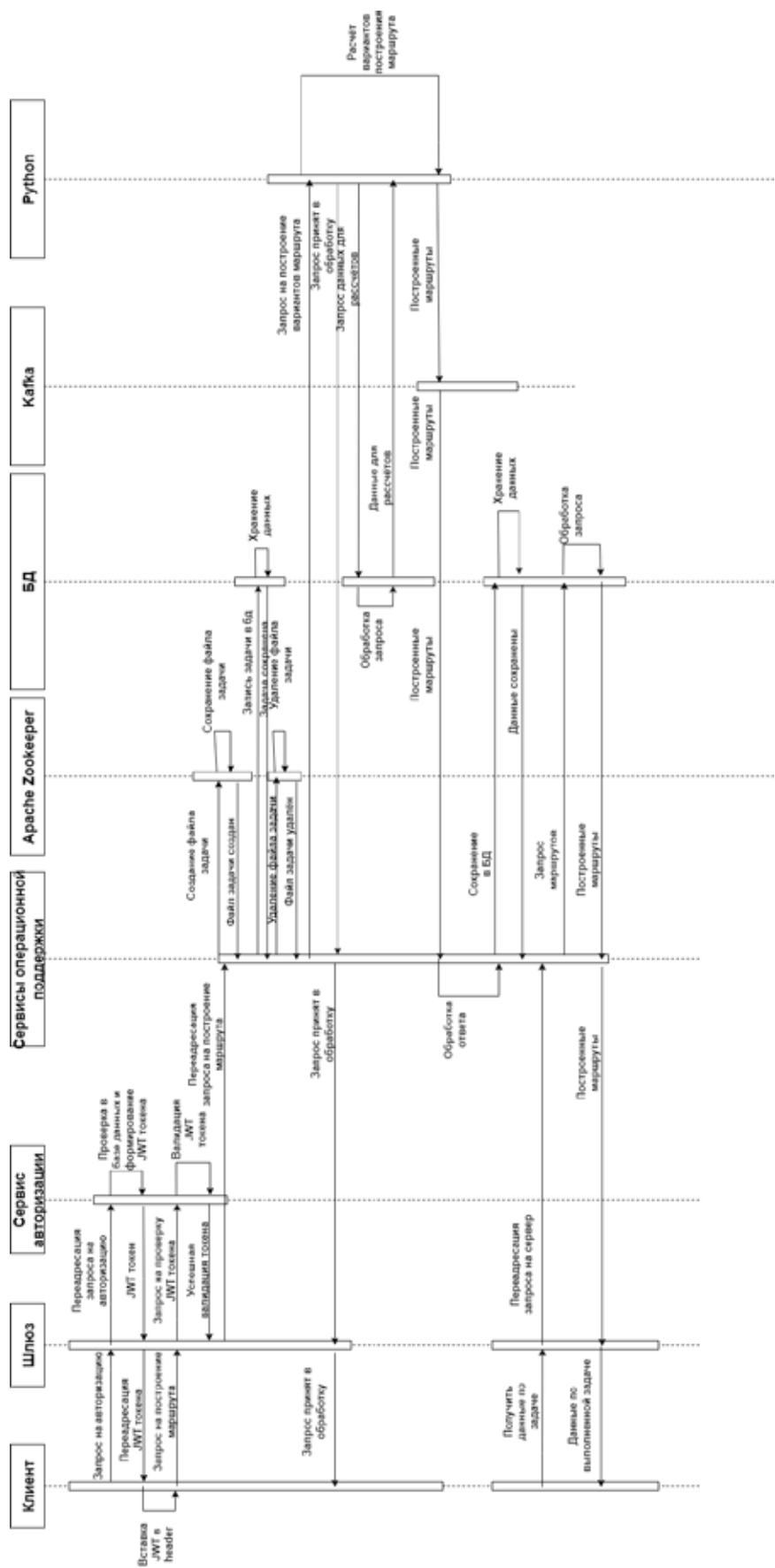


Рис. 2. Диаграмма последовательности работы системы CNOSS
Fig. 2. Diagram of the CNOSS system operation sequence

2.5 Сервис конфигурации

Сервис конфигурации — сервис, предназначенный для получения актуальных настроек работы микросервисов системы. При старте приложения каждый микросервис обращается в сервис конфигурации для получения настроек

работы. При изменении их в системе управления версиями (например, Git), сервис конфигурации уведомляет связанные компоненты посредством брокера сообщений Apache Kafka, вынуждая их актуализировать свои настройки (рис. 3).

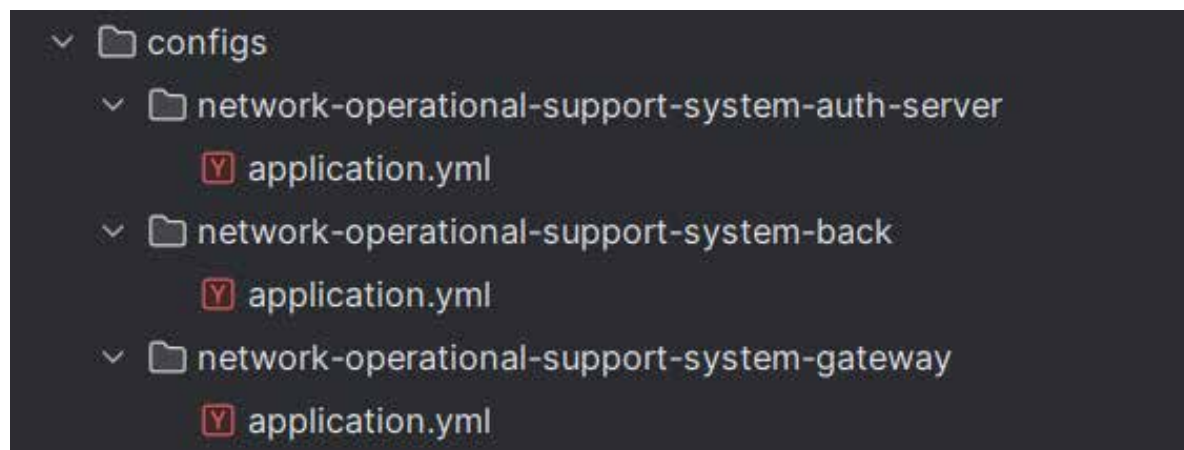


Рис. 3. Структура хранения конфигураций на сервисе Git

Fig. 3. Configuration storage structure on the Github service

В Листинге 4 представлен пример конфигурации сервиса авторизации.

Листинг 4 — пример конфигурации сервиса авторизации:

```

spring:
  jackson:
    date-format: yyyy-MM-dd HH: mm: ss
  #параметры подключения к базе данных
  datasource:
    url: jdbc: postgresql://localhost:5432/db
    username: user
    password: postgres
  cloud:
    stream:
      kafka:
        #параметры подключения к kafka
        binder:
          brokers:
            - localhost:19092
            - localhost:29092
  #токен для формирования jwt
  token:
    signing:
  
```

```

key: bmV0d29yay1vcGVyYXRpb25hbC1zdXBwb3J0LXN5c3RlbS1hdXRoLXRvcC1zZWNyZ
XQ=
#доступные точки для запросов в сервис
controller:
  jwt:
    validation: /validation
  auth:
    sign-up: /sign-up
    sign-in: /network-operational-support-system-api/auth

```

2.6 Сервис построения маршрутов

Сервис построения маршрутов — сервис, предназначенный для проведения расчёта маршрутов с помощью адаптивных алгоритмов. Написан на языке программирования Python.

3. Клиентская часть

Клиентская часть системы представлена веб-приложением, разработанным с использованием современных и актуальных технологий. Они широко применяются в корпоративной разработке, имеют актуальную поддержку, а также кроссплатформенность — они могут работать на разных платформах (ОС Windows, Linux, MacOS).

3.1 Java u Spring

Java — это кроссплатформенный объектно-ориентированный язык программирования, разработанный компанией Sun Microsystems (ныне принадлежащей Oracle). Программы, написанные на Java, компилируются в байт-код, который выполняется виртуальной машиной Java (JVM), что позволяет запускать код Java-приложения на любых устройствах и операционных системах [10, 11].

Maven — это инструмент управления зависимостями и автоматизации сборки проектов, созданный Apache Software Foundation. Maven в связке с Java сильно упрощает процессы сборки и упаковки приложений в JAR (JAR — Java Archive — архивный файл, в котором содержится

часть программы на языке Java), а также позволяет управлять многомодульными проектами без особых усилий.

Spring — это фреймворк для разработки enterprise-приложений на Java. Он предоставляет комплексную инфраструктуру для создания современных, масштабируемых и легко поддерживаемых приложений. Spring облегчает процесс программирования благодаря применению принципов инверсии контроля (IoC) и внедрения зависимостей (DI), а также предоставляет разнообразные модули для выполнения различных задач.

Представленные технологии используются для построения серверной логики и API, обеспечивая высокую масштабируемость и поддержку принципов инверсии контроля (IoC) и внедрения зависимостей (DI).

3.2 Hilla

Hilla — современный фреймворк для создания полноценных веб-приложений с использованием Java (на сервере) и TypeScript (на клиенте). Он обеспечивает удобное взаимодействие между React-компонентами и серверной частью на Spring Boot. Благодаря данному фреймворку возможно обеспечить удобное и быстрое взаимодействие между микросервисами серверной части и клиентской частью, который развёрнут с использованием Spring Boot. В Листинге 5 представлен метод авторизации пользователя, в котором в объект передачи данных записывается логин и пароль пользователя,

после чего происходит обращение к сервису аутентификации по прописанному эндпоинту (Листинг 6). Данный эндпоинт

вызывается на странице авторизации при отправлении формы авторизации (Листинг 7).

Листинг 5 — эндпоинт для получения доступа токenu аутентификации:

```
@BrowserCallable
@AnonymousAllowed
@RequiredArgsConstructor
public class AuthenticationEndpoint {

    private final AuthorizationService authorizationService;

    public SignInJwtDto auth() {
        SignInDto dto = new SignInDto();
        dto.setLogin("admin");
        dto.setPassword("admin");
        SignInJwtDto auth = authorizationService.auth(dto);
        System.out.println(auth.getToken());
        return auth;
    }
}
```

Листинг 6 — сервис для обращения к сервису аутентификации:

```
@FeignClient(url = "http://localhost:8085/network-operational-support-system-api", value =
"authorization")
public interface AuthorizationService {

    @PostMapping(value = "/auth")
    SignInJwtDto auth(@RequestBody SignInDto dto);
}
```

Листинг 7 — обращение к эндпоинту и получение токена в React-компоненте:

```
const serverResponse = await AuthenticationEndpoint.auth();
if (serverResponse.token) {
    localStorage.setItem("token", serverResponse.token);
} else {
    console.error(«Ошибка: токен отсутствует!»);
}
```

На рис. 4 представлена форма авторизации системы.

Процесс авторизации также отображён на диаграмме последовательности на рис. 2, начиная с этапа «Запрос на авторизацию» и заканчивая этапом «Переадресация JWT-токена».

3.3 React u TypeScript

React используется для разработки динамических и отзывчивых пользовательских интерфейсов, а TypeScript обеспечивает статическую типизацию, что повышает надёжность кода [12].

Рис. 4. Форма авторизации системы**Fig. 4.** System authorization form

В Листинге 8 представлен переиспользуемый компонент ввода пароля, который используется на страницах авторизации и регистрации (см. рис. 4). Дан-

ный компонент присутствует в процессе запроса авторизации, представленной на диаграмме последовательности на рис. 2.

Листинг 8 — переиспользуемый компонент для ввода пароля пользователя:

```
import {useState} from 'react';
import styles from 'Frontend/components/CustomInput/CustomPasswordInput.module.css';
import {Eye, EyeOff} from 'lucide-react';

const CustomPasswordInput = () => {
  const [showPassword, setShowPassword] = useState(false);

  return (
    <div className={styles.passwordDiv}>
      <h5>Пароль</h5>
      <div className={styles.inputWrapper}>
        <input
          type={showPassword? "text": "password"}
        />
      </div>
    </div>
  );
}
```

```

    name="password"
    className={styles.passwordInput}
  />
  <button
    type="button"
    onClick={() => setShowPassword((prev) => !prev)}
    className={styles.toggleButton}
  >
    {showPassword? <EyeOff size={18} />: <Eye size={18} />}
  </button>
</div>
</div>
);
}

```

```
export default CustomPasswordInput;
```

3.4 D3.js

D3.js — библиотека для визуализации данных, которая применяется для отображения карт и построенных графов маршрутов. Благодаря использо-

ванию SVG, D3.js позволяет создавать насыщенные графические структуры с анимацией и интерактивностью [13].

В Листинге 9 представлено графическое отображение карты с графом (рис. 5) с помощью библиотеки D3.js:

```
import React, {useEffect, useRef, useMemo} from "react";
import {select, zoom, ZoomBehavior, geoPath, geoNaturalEarth1} from "d3";
```

```
type Point = {id: number; name: string; coordinates: [number, number]};
type Edge = {source: number; target: number};
```

```
type MarksProps = {
  data: any; // GeoJSON для карты
  points: Point[];
  edges: Edge[];
};
```

```
export const Marks = ({data, points, edges}: MarksProps) => {
  const gRef = useRef<SVGGElement | null>(null);
  const svgRef = useRef<SVGSVGElement | null>(null);
```

```
  useEffect(() => {
    if (!data) return;
```

```
    const svg = select(svgRef.current!);
```

```

const g = select(gRef.current!);

const zoomBehavior: ZoomBehavior<Element, unknown> = zoom()
.scaleExtent([1, 8])
.on("zoom", (event) => {
  g.attr("transform", event.transform);
});

svg.call(zoomBehavior as any);
}, [data]);

const projection = useMemo(() => geoNaturalEarth1(), []);
const pathGenerator = useMemo(() => geoPath().projection(projection), [projection]);

const getCoords = (coordinates: [number, number]) => {
  const projected = projection(coordinates);
  return {x: projected? projected[0]: 0, y: projected? projected[1]: 0};
};

return (
  <svg ref={svgRef} width={2500} height={5000} style={{border: "1px solid black"}}>
    <g ref={gRef}>
      {/* Отображение карты */}
      {data.features.map((feature: any, i: number) => {
        const path = pathGenerator(feature);
        return path? (
          <path key={i} d={path} fill="#ccc" stroke="#333" strokeWidth={0.1} />
        ): null;
      })}

      {/* Отображение рёбер (линий) */}
      {edges.map((edge, i) => {
        const sourcePoint = points.find((p) => p.id === edge.source);
        const targetPoint = points.find((p) => p.id === edge.target);

        if (sourcePoint && targetPoint) {
          const sourceCoords = getCoords(sourcePoint.coordinates);
          const targetCoords = getCoords(targetPoint.coordinates);

          return (
            <line
              key={i}
              x1={sourceCoords.x}
              y1={sourceCoords.y}
              x2={targetCoords.x}
              y2={targetCoords.y}
              stroke="#000"
            />
          );
        }
      })}
    </g>
  </svg>
);

```

```

        strokeWidth={0.1}
      />
    );
  }
  return null;
}}}

{/* Отображение точек */}
{points.map((point) => {
  const {x, y} = getCoords(point.coordinates);
  return (
    <circle
      key={point.id}
      cx={x}
      cy={y}
      r={1}
      fill="red"
      stroke="#333"
      strokeWidth={0.5}
    >
      <title>{point.name}</title>
    </circle>
  );
})}
</g>
</svg>
);
};

```



Рис. 5. Результат выполнения кода в Листинге 9:
графическое отображение карты с графом
Fig. 5. The result of executing Listing code 9:
graphical representation of the map with the graph

3.5 GeoJSON

GeoJSON — открытый формат для хранения и передачи географических данных, используемый для отображения карт с маршрутизированными графами. Дан-

ная библиотека позволяет задействовать в системе визуализацию карт, оформленных в формате JSON-файла без потери качества при масштабировании.

Листинг 10 — сервис для загрузки данных:

```
import {FeatureCollection} from "geojson";
export const fetchGeoData = async (): Promise<FeatureCollection> => {
  const response = await fetch('https://raw.githubusercontent.com/codeforgermany/click_that_hood/main/public/data/russia.geojson');
  if (!response.ok) {
    throw new Error('Ошибка при загрузке GeoJSON');
  }
  return await response.json();
};
```

Листинг 11 — вызов сервиса загрузки данных:

```
import {useState, useEffect} from "react";
import {FeatureCollection} from "geojson";
import {fetchGeoData} from "../services/geoService";

export const useMapData = (): FeatureCollection | null => {
  const [data, setData] = useState<FeatureCollection | null>(null);

  useEffect(() => {
    // Вызов сервиса для загрузки данных
    fetchGeoData()
      .then((geojsonData) => {
        setData(geojsonData);
      })
      .catch((error) => {
        console.error("Ошибка при загрузке GeoJSON:", error);
      });
  }, []);

  return data;
};
```

Карта, загружаемая из кода, представленного в Листингах 10–11, изображена на рис. 5.

Разработанная система CNOSS демонстрирует значительные преимущества перед существующими решения-

ми. Основными преимуществами являются:

- Масштабируемость. Система может масштабироваться как вертикально, так и горизонтально, благодаря микросервисной архитектуре.

- Адаптивность. В отличие от закрытых решений, таких как Elastic Services Platform, система CNOSS может быстро адаптироваться и обрастать новым функционалом под требования пользователя.

- Технологическая независимость. Благодаря микросервисной архитектуре система способна использовать разные технологии и языки программирования для разных сервисов. Например, для построения маршрутов используется язык Python с высоко развитыми библиотеками нейронных сетей. Для серверной части используется язык программирования Java и фреймворк Spring, который ориентирован на работу и обслуживания масштабной микросервисной архитектуры. Для клиентской части используется фреймворк Hilla, сочетающий в себе язык TypeScript с библиотекой React, а также язык программирования Java и фреймворк Spring.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на новые способы под-

держки сетей связи и улучшение старых, а также расширение функциональности системы с учетом новых требований операторов телекоммуникационных сетей [14].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложено решение в виде системы операционной поддержки сети связи (CNOSS). Построенная система, базирующаяся на клиент-серверной архитектуре и микросервисном взаимодействии, позволяет эффективно управлять сетевыми ресурсами, минимизировать задержки и адаптироваться к динамичным изменениям в сети. Использование современных технологий как на стороне клиента, так и на стороне сервера, обеспечивает высокую производительность и масштабируемость решения, что делает его перспективным для дальнейшего развития в условиях стремительно растущих требований информационной инфраструктуры.

ВКЛАД АВТОРОВ

А.А. Замошников — сбор данных, концепция, анализ информации, подготовка текста.

И.В. Тузов — сбор данных, подготовка текста.

С.Я. Прокофьев — сбор данных, редактирование текста.

А.В. Синицын — концепция, сбор и анализ информации.

С.А. Селиванов — концепция, редактирование текста.

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Alexander A. Zamoshnikov — data collection, concept, text preparation..

Ivan V. Tuzov — data collection, text preparation.

Sergey Ya. Prokofiev — data collection, text editing.

Alexander V. Sinitsyn — concept, information collection and analysis.

Sergey A. Selivanov — concept, text editing.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interests.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Сорокин Г.О., Синицын А.В. Алгоритм построения маршрутизации для обеспечения отказоустойчивости сети связи. *Информация и инновации*. 2024;19(2):84–95. <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-84-95>. EDN: SQJTEE.
Sorokin G.O., Sinitsyn A.V. Routing algorithm to ensure fault tolerance of the communication network. *Information and innovations*. 2024;19(2):84–95. <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-84-95>
2. Летов Н.К. Метод снижения конкуренции при параллельном доступе к данным в БД на основе распределения сообщений в Apache Kafka. *Вестник науки*. 2024;4(12):1598–1603. <https://doi.org/10.24412/2712-8849-2024-1281-1598-1603>. EDN: LLAIIA
Letov N.K. A method for reducing competition in parallel access to data in a database based on message distribution in Apache Kafka. *Bulletin of Science*. 2024;4(12): 1598–1603. <https://doi.org/10.24412/2712-8849-2024-1281-1598-1603>
3. Платонова А.И. Сравнение производительности PostgreSQL и ее расширения TimescaleD B. *Современные инновации, системы и технологии*. 2024;4(3):0121–0133. <https://doi.org/10.47813/2782-2818-2024-4-3-0121-0133>. EDN: LSWLKJ
Platonova A.I. Performance Comparison of PostgreSQL and its TimescaleDB extension. *Modern innovations, systems and technologies*. 2024;4(3):0121–0133. <https://doi.org/10.47813/2782-2818-2024-4-3-0121-0133>
4. Панасенко Н.Д., Дьяченко Н.В. Алгоритм маршрутизации трафика. *Молодой исследователь Дона*. 2021;№ 4(31):12–13. EDN SGWKQU.
Panasenko N.D., Dyachenko N.V. Traffic routing algorithm. *Young researcher of the Don*. 2021; No 4(31):12–13. EDN SGWKQU.
5. Болдыревский П.Б., Зюзин В.Д. Формализация расчета вариантов маршрута в одноранговых сетях для задач информационной безопасности. *Экономика и качество систем связи*. 2025; № 35:66–76.
Boldyrevsky P.B., Zyuzin V.D. Formalization of calculation of route options in peer-to-peer networks for information security tasks. *Economics and quality of communication systems*. 2025; No.35:66–76.
6. Дилмуродов З.Д. Протоколы маршрутизации и их применение в компьютерных сетях. *Экономика и социум*. 2025; № 1–2(128):1018–1022. EDN: UJUKYR.
Dilmurodov Z.D. Routing protocols and their application in computer networks. *Economics and Society*. 2025; No.1–2(128):1018–1022. EDN: UJUKYR.
7. Новиков А.С., Пестин М.С. Распределённая маршрутизация трафика в беспроводных децентрализованных самоорганизующихся сетях связи. *Известия ТулГУ. Технические науки*. 2021; № 5:149–154. <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2021-5-149-154>
Novikov A.S., Pestin M.S. Distributed traffic routing in wireless decentralized self-organizing communication networks. *News of TulSU. Technical sciences*. 2021; No. 5: 149–154. <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2021-5-149-154>
8. Чертков А.А., Каск Я.Н., Очина Л.Б. Маршрутизация потоковой сети на основе модификации алгоритма беллмана — форда. *Вестник государственного универси-*

- мета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2022; 14(4):615–627. <https://doi.org/10.21821/2309-5180-2022-14-4-615-627>
- Chertkov A.A., Kask Ya.N., Ochina L.B. Streaming network routing based on Bellman–Ford algorithm modification. *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova*. 2022;14(4):615–627. <https://doi.org/10.21821/2309-5180-2022-14-4-615-627>
9. Листопад Н.И., Лавшук О.А. QoS маршрутизация в сетях телекоммуникаций. *Доклады БГУИР*. 2022;20(3):45–53. <https://doi.org/10.35596/1729-7648-2022-20-3-45-53>
Listopad N.I., Lavshuk O.A. QoS routing in telecommunications networks. *Reports of BSUIR*. 2022;20(3):45–53. (In Russ.) <https://doi.org/10.35596/1729-7648-2022-20-3-45-53>
 10. Чиганов Д.Р. Spring: мощный фреймворк для разработки Java-приложений. *Вестник науки*. 2023;4(7):273–275. EDN: KOINJB.
Chiganov D.R. Spring: a powerful framework for developing Java applications. *Bulletin of Science*. 2023;4(7):273–275. EDN: KOINJB.
 11. Ляшов Е.И. Проектирование высоконагруженных реактивных систем с использованием Java и Spring Webflux: преимущества перед традиционным стеком. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2025. № 1–3(100):180–185. <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2025-1-3-180-185>
Lyashov E.I. Designing highly loaded reactive systems using Java and Spring Webflux: advantages over the traditional stack. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2025; No.1–3(100):180–185. <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2025-1-3-180-185>
 12. Кравцов Е.П. Разработка высокопроизводительных React-приложений: методы и практики оптимизации. *European science*. 2024; № 1(69):53–58.
Kravtsov E.P. Development of high-performance React applications: optimization methods and practices. *European science*. 2024; No.1(69):53–58.
 13. Волков А.Н. Задача маршрутизации в сети динамических туманных вычислений. *Труды учебных заведений связи*. 2024;10(4):27–37. <https://doi.org/10.31854/1813-324X-2024-10-4-27-37>. EDN: QWBVQY.
Volkov A.N. The routing problem in a dynamic fog computing network. *Proceedings of educational institutions of communication*. 2024;10(4):27–37. (In Russ.). <https://doi.org/10.31854/1813-324X-2024-10-4-27-37>
 14. Утепбергенов А.О. Большие данные в управлении человеческими ресурсами. *Экономика и социум*. 2022; № 4–3(95):513–519. EDN: VGFUNU.
Utepbergenov A.O. Big data in human resource management. *Economics and Society*. 2022; No.4–3(95):513–519. EDN: VGFUNU.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр Алексеевич Замошников, программист научной лаборатории кафедры Инструментального и прикладного программного обеспечения РТУ МИРЭА, Москва, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9745-6301>; e-mail: zamoshnikov81@mail.ru

Александр Владимирович Синицын, кандидат физико-математических наук, РТУ МИРЭА Институт информационных технологий, Москва, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7392-1837>; e-mail: a@sinitsyn.info

Сергей Александрович Селиванов, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по ИТ Международного центра по информатике и электронике (ИнтерЭВМ), Москва, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1229-9025>; e-mail: selivanov@inevm.ru

Иван Владимирович Тузов, РТУ МИРЭА, Москва, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8554-3224>; e-mail: tuzov.i.v@mail.ru

Сергей Яковлевич Прокофьев, РТУ МИРЭА, Москва, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3427-2963>; e-mail: forester477@hotmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alexander A. Zamoshnikov, programmer at the Scientific Laboratory of the Department of Instrumental and Applied Software of RTU MIREA, Moscow, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9745-6301>; e-mail: zamoshnikov81@mail.ru

Alexander V. Sinitsyn, PhD of Physico-Mathematical Sciences, RTU MIREA Institute of Information Technology, Moscow, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7392-1837>; e-mail: a@sinitsyn.info

Sergey A. Selivanov, PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy Director of the Department of the International Center for Informatics and Electronics (InterEVM), Moscow, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1229-9025>; e-mail: selivanov@inevm.ru

Ivan V. Tuzov, RTU MIREA, Moscow, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8554-3224>; e-mail: tuzov.i.v@mail.ru

Sergey Ya. Prokofiev, RTU MIREA, Moscow, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3427-2963>; e-mail: forester477@hotmail.com

Поступила / Received 06.03.2025

Принята / Accepted 03.04.2025

Информационные процессы / Information Processes

Оригинальная статья / Original article

УДК 004.021

<https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.03>**Реляционная модель устройства узла сети связи
для телекоммуникационных систем****А. В. Синицын¹, С. Э. Лукьянов², Р. Ю. Байдушин¹ ✉, П. А. Цветков¹**

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «МИРЭА — Российский технологический университет»,
проспект Вернадского, 78, г. Москва, 119454, Российская Федерация

²Федеральное государственное автономное научное учреждение «Центр информационных
технологий и систем органов исполнительной власти имени А. В. Старовойтова»
(ФГАНУ ЦИТиС), Пресненский Вал, 19, стр. 1, г. Москва, 123557, Российская Федерация

✉ roman.baydushin@gmail.com

Аннотация. *Актуальность.* Современное развитие телекоммуникационных сетей связи требует технологий построения аналитической системы эксплуатационной поддержки сети с использованием инвентарной, технологической и аналитической информации по узлам связи для проектирования узлов и линий связи, маршрутов и других телекоммуникационных услуг. Планирование и оптимизация структуры сети связи приобретает большое значение для оптимизации нагрузок на сеть при изменении трафика данных, количества пользователей, требований к доступности сервисов и качества предоставляемых услуг связи. *Цель.* Моделирование устройства узла сети связи для прототипа системы поддержки сети, представления его в виде ER-диаграммы. *Материалы и методы.* Использовалось отечественное оборудование DWDM/SDH производства компании «Т8» и ОАО «Супертел» (Россия). *Результаты.* Разработана достаточно универсальная реляционная модель устройства узла связи. *Выводы.* Модель применима к любому используемому оборудованию любой конфигурации для предоставления телекоммуникационных услуг.

Ключевые слова: коммуникационные сети, OSS, SQL, реляционная модель, узел сети связи, телекоммуникационные сети, ER-диаграмма, PostgreSQL, база данных, отказоустойчивость, проектирование системы

Финансирование. Финансирование отсутствовало.

Благодарности. Авторы выражают благодарность за постановку задачи, предоставленные материалы, содержательное обсуждение и консультации Перепеловой Е. В., заместителю начальника НТЦ ФГАНУ ЦИТиС им. А. В. Старовойтова.

Для цитирования: Синицын А.В., Лукьянов С.Э., Байдушин Р.Ю., Цветков П.А. Реляционная модель устройства узла сети связи для телекоммуникационных систем. *Информация и инновации*. 2025;20(1):105-124. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.03>

Relational model of a communication network node device for telecommunication systems

Alexander V. Sinitsyn¹, Stanislav E. Lukyanov², Roman Y. Baydushin¹ ✉, Pavel A. Tsvetkov¹

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "MIREA — Russian Technological University", 78, Vernadsky Avenue, Moscow, 119454, Russian Federation

²Federal State Autonomous Scientific Institution "Center for Information Technologies and Systems of Executive Authorities named after A. V. Starovoytov",

Presnensky Val, 19, building 1, Moscow, 123557, Russian Federation

✉ roman.baydushin@gmail.com

Abstract. *Relevance.* Modern development of telecommunication networks requires technologies for constructing an analytical system of operational support of the network using inventory, technological and analytical information on communication nodes for designing nodes and communication lines, routes and other telecommunication services. Planning and optimization of the communication network structure is of great importance for optimizing network loads when changing data traffic, the number of users, requirements for service availability and the quality of communication services provided. *Purpose.* Modeling of the device of a communication network node for a prototype of a network support system, its representation in the form of an ER diagram. *Materials and methods.* Domestic DWDM/SDH equipment manufactured by T8 and Supertel OJSC (Russia) was used. *Results.* A fairly universal relational model of a communication node device was developed. *Conclusions.* The model is applicable to any equipment of any configuration used to provide telecommunication services.

Keywords: communication networks, OSS, SQL, relational model, communication network node, telecommunication networks, ER diagram, PostgreSQL, data base, fault tolerance, system design

Financing. No funding.

Acknowledgments. The authors would like to thank E. V. Perepelova, Deputy Head of the Scientific Research Center, Federal State Autonomous Research Institution «Starovoytov Center of Information Technologies and Systems for Executive Power Authorities» for the formulation of the problem, materials, informative discussion and consultations.

For citation: Sinitsyn A.V., Lukyanov S.E., Baydushin R.Y., Tsvetkov P.A. Relational model of a communication network node device for telecommunication systems. *Information and Innovations*. 2025;20(1):105-124. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.03>

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие сетей связи [1] характеризуется увеличением трафика данных, количества пользователей и постоянным повышением требований к доступности сервисов и качества предоставляемых услуг связи. Поэтому построение систем эксплуатационной поддержки сети (OSS — Operation Support System) с использованием инвентарной, технологической и аналитической информации по узлам связи для проектирования узлов и линий связи, маршрутов для предоставления телекоммуникационных услуг имеет ключевое значение, а планирование и оптимизация структуры сети связи приобретает большое значение.

Планирование и оптимизация позволяют заранее предотвращать простои в предоставлении услуг связи, а также более эффективно использовать ресурсы в условиях их дефицита, что позволяет сократить затраты на оборудование и последующее обслуживание. Инструменты планирования повышают надежность сети путем выявления ее уязвимостей и точек отказа.

Статья касается части большой задачи по разработке инструментов операционной поддержки сети и решения задач по моделированию сети и правил ее работы.

В статье рассматривается универсальное представление устройства узла сети связи с помощью реляционной модели базы данных, и использование ее на прототипах сети связи. В качестве оборудования для примера построения узла связи использовалось отечественное оборудование DWDM/SDH производства компании «Т8» и ОАО «Супертел» (Россия), также можно рассматривать оборудование компаний Infinera (США), ADVA Optical Networking (Германия), Huawei (Китай) и др.

Прототип рассматриваемого участка транспортной сети с соответствующими связями внутри узла взят как пример для демонстрации принципов работы созданной модели устройства узла связи прототипа сети связи.

Моделирование устройства узла связи необходимо для применения при планировании телекоммуникационных сетей в смысле OSS, что подчеркивается рекомендациями Международного телекоммуникационного союза «Надежность планирования телекоммуникационных сетей». Несмотря на наличие достаточного числа работ по исследованию оценки надежности топологий проводных сетей, задача построения «отказоустойчивых» сетей изучена не полностью. Актуальные и полезные в этом направлении работы [2, 3].

Интересные математические модели, имеющие отношение к теме статьи, были представлена в [4], функциональная модель структуры узла описана в работе [5].

Построение реальной магистральной и региональной сети связи с использованием технологий OTN/DWDM описано в [6].

В статье рассматривается новая удобная отказоустойчивая [7] и универсальная реляционная модель устройства узла связи, позволяющая создавать узлы связи на оборудовании любого вендора и произвольной конфигурации. Модель может применяться для решения таких задач OSS, как:

- поиск возможных маршрутов между заданными узлами для заданной скорости с минимизацией расстояния, стоимости и пр.;
- поиск вариантов равномерной загрузки сети с обнаружением точек отказа;
- выделение кластеров сети для увеличения трафика между ними;

— проверка максимальной пропускной способности для заданного направления.

1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

1.1. Основная идея

Сеть связи представляем планарным ориентированным графом с весами, где i -я вершина — это i -й узел связи, а ij -ребро — канал связи между i -м и j -м узлами. Вес ребра — это пропускная способность канала связи между узлами.

Любой узел связи представлен оборудованием, состоящим из корзин, в которые вставляются платы с портами. Корзины могут быть нескольких уровней и разной пропускной способности, где каждый порт верхнего уровня может агрегировать несколько портов нижнего уровня. Соединения между уровнями происходит простым соединением портов.

Основной идеей построения создаваемой модели является принцип “матрешки”. Рассматриваются следующие сущности: допустимые “порты”= $\{port1 \dots portm\}$, допустимые “платы”= $\{board1 \dots boardn\}$ и допустимые “корзины”= $\{basket1 \dots basketk\}$, а также считаем, что “порты” из представленной ниже табл. 1 “вставляются” в “платы”, представленные табл. 2, которые, в свою очередь, “вставляются” в “корзины” из табл. 3. Такое представление соответствует реалиям устройства “плат”, оснащенного модулями и портами SFP, и реалиям устройства “корзин”, оборудованных слотами для установки “плат”.

Каждый допустимый “порт” $port_i$, $i=1, m$ характеризуются своей пропускной способностью $capacity_i$.

Каждая плата $board_i$, $i=1, n$ имеет некоторое количество портов $Nports$, а также список “разрешенных” портов — множество $\{port_i\}$, состоящее из списка допу-

стимых портов, соответствующих каждой плате.

Каждая “корзина” $basket_i$ имеет некоторое количество слотов $Nslots$, в которые могут устанавливаться только совместимые платы — множество $\{boards_i\}$ из списка допустимых “плат”. Каждая “корзина” может быть отнесена к определенному уровню L_i на каждом узле связи. При этом “нижние” корзины относятся только к своему узлу, а “корзины” самого верхнего уровня определяют ребро между некоторыми двумя узлами связи. Если из узла связи выходят несколько ребер, то и корзин верхнего уровня будет несколько для каждого ребра.

Каждый порт может быть “клиентским” или “линейным”. Если клиентский порт принадлежит клиенту, то линейный порт, как правило, находящийся на уровне выше и имеющий более высокую пропускную способность, агрегирует порты нижних уровней.

Таким образом, каждый порт самого верхнего уровня на узле, определяющий ребро (канал связи между узлами связи) может иметь уникальный идентификатор типа SSSS.TTTT.BB.DD.PP. Здесь SSSS — идентификатор исходного узла (Source), например 0001, что соответствует Москве; TTTT — идентификатор узла, до которого есть ребро или канал связи (Target), например 0123, что соответствует соседнему городу Тула; BB — номер корзины на узле SSSS, который может включать и уровень, например 0203 — третья корзина второго уровня; DD — номер слота платы, например 08 — восьмой слот; PP — номер порта в плате, например 04 — четвертый порт.

В рамках объектной модели рассмотрен способ проектирования через вспомогательные поля. Каждая таблица из списка порты, платы, корзины имеют

поля, которые содержат ссылки на связанный объект. Это ограничение задает порядок создания записей в объектной модели. Сначала создаются записи в справочниках, потом, начиная с таблицы node (узел), идет детализация до портов. Просто создать запись в таблице портов без установленной платы нельзя, так как порт обязательно должен быть связан с платой. Такая же логика распространяется на связь плат с корзинами.

1.2. Ограничения предметной области

Перечислим основные ограничения предметной области, которые учитывались при проектировании реляционной модели.

1.2.1. Значения базовой единицы E1

Для рассматриваемых транспортных сетей SDH все поддерживаемые порты

можно представить в виде зависимости от скорости $E_1 = 2.048$ Мбит/с, как представлено в табл. 1. Учитывая наличие заголовков и указателей, обеспечивающих работу транспортных сетей, дополнительно для расчета пришлось использовать математически выведенную универсальную единицу $E_2 = 2.4685$ Мбит/с. Таким образом, при высоких скоростях значение базовой единицы E_1 увеличивается до E_2 для сохранения соответствия пропускной способности (capacity) порта стандартам SDH ITU-T G.707. Количество типов портов GE и число n для портов FE в табл. 1 можно увеличивать в зависимости от возможностей инкапсуляции GE/FE в формат SDH и выбранного производителя оборудования. Этот случай детализировался на примере оборудования SDH ОСМ-КМ и П-317 производства ОАО «Супертел».

Таблица 1. Пример списка доступных портов
Table 1. Example of a list of available ports

id, $i=1, m$	Название port _i	Пропускная способность capacity _i
0	E1	E_1
$n=1-42$	FE _n	$n \cdot E_1$
43	STM1	$63 \cdot E_2$
44	GE1	$63 \cdot E_2$
45	GE2	$126 \cdot E_2$
46	GE3	$189 \cdot E_2$
47	STM4	$252 \cdot E_2$
48	GE4	$252 \cdot E_2$
49	GE5	$315 \cdot E_2$
50	GE6	$378 \cdot E_2$
51	GE7	$441 \cdot E_2$
52	STM16	$1008 \cdot E_2$
53	STM64	$4032 \cdot E_2$
54	Lambda	Согласно соединенному порту

1.2.2. Правила соединений портов с платами и плат с корзинами

На основании описания оборудования SDH OCM-KM и П-317 производства ОАО «Супертел» и DWDM «Волга» производства компании «Т8» в качестве при-

мера взят перечень плат и сформирован список разрешенных для них портов в табл. 2.

В табл. 3 приведены корзины с максимальным количеством слотов в них, а также разрешенные для этих корзин платы.

Таблица 2. Пример списка доступных плат

Table 2. Example of a list of available boards

id, i=1, n	Название board _i	Количество портов N _{ports}	Разрешенные порты {port _i }
0	блок 21E1	21	E1
1	блок Eth10/100	4	FE1-FE42
2	блок CTM-16	1	STM16
3	блок CTM-16M	4	STM16
4	блок Eth1000M	2	GE1-GE7
5	блок CTM-1/4M	8	STM1, STM4
6	блок CTM-64	4	STM64
7	транспондер MD-D3ES	4	STM1, GE1, STM4, STM16
8	транспондер TT-10EP	10	STM64
9	оптоволокно		

Таблица 3. Пример списка доступных корзин

Table 3. Example of a list of available baskets

id, i=1, k	Название basket _i	Количество слотов Slot _{basket_i}	Уровень L _{basket_i}	Разрешенные платы {boards} _{basket_i}
0	SDH П-317	13 (часть зарезервирована)	1	21E1, CTM-16, Eth10/100
1	SDH OCM-KM	10	2	CTM-1/4M, CTM-16M, Eth1000M, CTM-64
2	DWDM	10	3	TT-10EP, MD-D3ES
3	Оптоволокно			

1.2.3. Многоуровневая модель устройства узла связи

В настоящей объектной модели количество уровней равно n, но в качестве примера взят участок сети, состоящий из трех уровней, представленный в таблице 3.

Каждая корзина нижнего уровня соединяется с корзиной верхнего уровня путем соединения клиентского порта в корзине нижнего уровня с линейным портом корзины верхнего уровня. Процесс одинаково повторяется от уровня к уровню.

При этом соединение клиентских портов и линейных на одном уровне происходит внутри корзины по задней панели (backplane).

1.2.4. Понятие “лямбда оптическая”

В нашей модели низкоскоростные порты нижних уровней агрегируются в высокоскоростные порты верхних уровней, а самый верхний уровень представлен “оптической лямбдой”, которая рассматривается как порт самой высокой пропускной способности. Вообще говоря, физически “оптической лямбдой” называют определенную длину волны света, используемую для передачи данных по оптоволоконным линиям связи с применением технологий спектрального уплотнения DWDM/CWDM. В представленной модели каждой «оптической лямбде» соответствует линейный порт, размещенный на транспондерах оборудования DWDM.

В объектной модели предусмотрено ограничение на количество возможных лямбд. В качестве примера количество оптических лямбд принято равным 40, хотя оно может достигать до 160 в зависимости от применяемого оборудования и используемой системы передачи DWDM. Также учтено, что в одном направлении для соединения двух ближайших узлов может быть только 40 лямбд, то есть одна корзина третьего уровня соответствует одному ребру с другой корзиной третьего уровня другого узла связи.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ

Приведенная в настоящей статье схема объектной модели (рис. 1) может использоваться как для существующих, так и для проектируемых сетей связи, а также для создания отдельных систем, эмулирующих работу сети связи. В качестве системы управления базами данных для тести-

рования объектной модели был выбран PostgreSQL [8, 9]. Более подробно правила проектирования базы данных описаны в работах [10, 11], полезные материалы также можно найти в работах [12, 13].

Рассмотрим спроектированную схему подробнее. В общей сложности схема состоит из 14 таблиц, связанных между собой. Это именно тот минимальный набор таблиц, из которого должна состоять объектная модель для представления узла сети связи.

Глобально таблицы можно разделить на два типа: (1) объекты, хранящие в себе справочную информацию и (2) объекты, содержащие установленное оборудование на конкретном узле связи.

Таблицы-справочники содержат полную информацию для построения маршрута. Они обеспечивают гибкость схемы, так как любая новая модель может быть добавлена в справочник и потом использована вместо того, чтобы каждый раз вносить одну и ту же информацию вручную. Также хранение справочной информации в отдельной таблице позволяет динамически обновлять все фактические объекты, которые были созданы на основе этой модели. Допустим, у модели платы № 1 изменилась цена и теперь для того, чтобы эта цена применилась на все установленные платы такой модели необходимо вручную с помощью SQL-запросов обновить информацию и пересчитать все маршруты. В нашем случае никаких дополнительных обращений в базу данных не потребуется и достаточно будет пересчитать стоимость для всех существующих маршрутов, а новые будут формироваться исходя из новой цены. На схеме таблицами-справочниками являются: `port_types`, `board_allowed_port_lists`, `board_models`, `basket_allowed_board_lists`, `basket_models`.

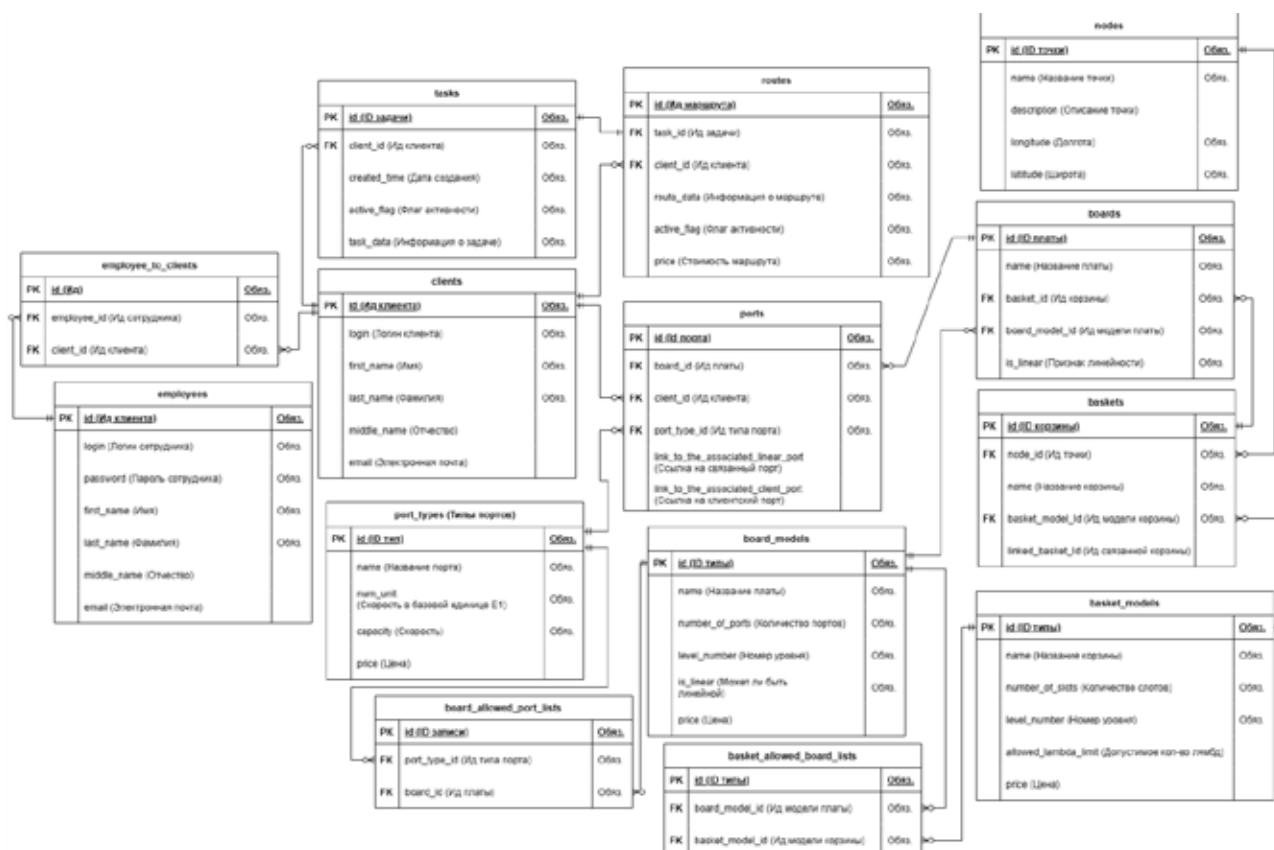


Рис. 1. Представление устройства узла сети связи с помощью объектной модели
Fig. 1. Representation of communication network node using object model

Таблицы, в которых хранится информация о “фактически” существующих объектах, позволяют создавать и записывать данные об оборудовании, которое было установлено/обновлено в результате построения маршрута для того, чтобы при последующем расчете маршрута система могла видеть уже установленные объекты для конкретной точки и, соответственно, учитывать это при принятии решения о необходимости добавления нового объекта. Если для клиента 1 в конкретной точке была установлена плата, которая состоит из двух портов, то при построении еще одного маршрута система будет учитывать, что есть еще один доступный порт, в который можно добавить клиента 2. С помощью этих таблиц реализуется связь между разными объектами, такими

как порты/платы/корзины/точки и клиенты.

2.1. Таблица узлов (nodes)

Таблица узлов (табл. 4) — основополагающая таблица, которая хранит в себе узлы, имеющиеся в системе и использующиеся для построения маршрутов. Именно с создания записей в этой таблице должна начинаться работа приложения, потому что узлы — самый верхнеуровневый объект, без наличия которого не может быть построен ни один маршрут.

2.2. Таблица моделей корзин (basket_models)

Таблица моделей корзин (табл. 5) хранит в себе все доступные модели корзин. На узлы могут быть добавлены корзины,

Таблица 4. Пример заполнения таблицы узлов
Table 4. Example of filled table of nodes

Ключи	Nodes	Обязательность заполнения	Пример
PK	id	Обязательно	5771e82a-e144-490f-acbe-386100d57cfd
	name	Обязательно	Москва
	description		Любое описание для точки
	longitude	Обязательно	37.620405
	latitude	Обязательно	55.7540471

Таблица 5. Пример заполнения таблицы моделей корзин
Table 5. Example of filled table of basket models

Ключи	Nodes	Обязательность заполнения	Пример
PK	id	Обязательно	efda03a4-e43b-4dcf-a628-ef35ebe6735b
	name	Обязательно	sdh_p_317
	number_of_slots	Обязательно	10
	level_number	Обязательно	1
	allowed_lambda_limit		null
	price		null

модель которых представлена в этой таблице. Поле `number_of_slots` позволяет явно указать количество слотов, которые можно подключить к корзине. Благодаря `level_number`, система может явно понимать к какому уровню относится корзина. Атрибут `allowed_lambda_limit` позволяет явно задать количество доступных лямбд на корзине. Это позволит избежать превышения допустимого лимита.

2.3. Таблица корзин (baskets)

Таблица корзин (табл. 6) хранит в себе фактически установленные корзины. Для обеспечения возможности получения справочной информации по моде-

лям корзин в таблице создан внешний ключ `basket_model_id`, который ссылается на `id` модели в справочной таблице `basket_models` (модели корзин). Также имеется внешний ключ `node_id`, который необходим для связи корзины с узлом, на которой корзина установлена. Атрибут `linked_basket_id` позволяет явно указать ид связанной корзины на другом узле. Это сделано для возможности отслеживания пути клиента.

2.4. Таблица моделей плат (board_models)

Таблица моделей плат (табл. 7) хранит в себе все доступные модели плат, которые

Таблица 6. Пример заполнения таблицы корзин
Table 6. Example of filled table of baskets

Ключи	Nodes	Обязательность заполнения	Пример
PK	id	Обязательно	9e24e35b-7ebe-4f1c-9f71-6c77a0d12382
FK	node_id	Обязательно	5771e82a-e144-490f-acbe-386100d57cfd
	name	Обязательно	sdh_p_317
FK	basket_model_id	Обязательно	efda03a4-e43b-4dcf-a628-ef35ebe6735b
	linked_basket_id		null

Таблица 7. Пример заполнения моделей платы
Table 7. Example of filled table of board models

Ключи	Nodes	Обязательность заполнения	Пример
PK	id	Обязательно	847297d0-1bd0-4070-a480-3f12a8ddfb3d
	name	Обязательно	block_21_e1
	number_of_ports	Обязательно	21
	level_number	Обязательно	1
	is_linear	Обязательно	false
	price		null

могут быть установлены в корзины. Поле number_of_ports позволяет явно указать количество портов, которые можно подключить к плате. Благодаря level_number, система может явно понимать к какому уровню относится плата. Атрибут is_linear нужен для указания возможности использования платы в качестве линейной, т. е. для передачи клиентов на уровень выше.

2.5. Таблица плат (boards)

Таблица плат (табл. 8) хранит в себе фактически установленные платы. Для обеспечения возможности получения справочной информации по моделям плат

в таблице создан внешний ключ board_model_id, который ссылается на id модели в справочной таблице board_models (модели плат). Также имеется внешний ключ basket_id, который необходим для связи платы с корзины, на которой эта плата установлена. Атрибут is_linear указывает функциональность установленной платы (используется ли она как клиентская или как линейная).

2.6. Таблица разрешенных плат в корзине (basket_allowed_board_lists)

Таблица разрешенных плат в корзине (табл. 9) необходима для хранения связей

Таблица 8. Пример заполнения таблицы плат
Table 8. Example of filled table of boards

Ключи	Nodes	Обязательность заполнения	Пример
PK	id	Обязательно	e9967e3e-2d07-4b39-abd9-27c218add6eb
	name	Обязательно	block_21_e1
FK	basket_id	Обязательно	9e24e35b-7ebe-4f1c-9f71-6c77a0d12382
FK	board_model_id	Обязательно	847297d0-1bd0-4070-a480-3f12a8ddfb3d
	is_linear	Обязательно	false

Таблица 9. Пример заполнения разрешенных плат в корзине
Table 9. Example of filled table of allowed boards in basket

Ключи	Nodes	Обязательность заполнения	Пример
PK	id	Обязательно	5128d5a7-e39c-40b4-9daa-9a7bc4e35a38
FK	board_model_id	Обязательно	847297d0-1bd0-4070-a480-3f12a8ddfb3d
FK	basket_model_id	Обязательно	efda03a4-e43b-4dcf-a628-ef35ebe6735b

между моделями корзин и допустимых плат, которые можно установить в корзину. Комбинации id платы и корзин в этой таблице должны быть уникальными. Двух полностью одинаковых записей не будет.

2.7. Таблица типов портов (port_types)

Таблица типов портов (табл. 10) необходима для хранения связей между моделями корзин и допустимых плат, которые можно установить в корзину. Поле saracity позволяет указать скорость, которую может обеспечивать определенный тип порта. В дальнейшем это понадобится для определения нужного порта в зависимости от скорости, которая была указана клиентом.

2.8. Таблица портов (ports)

Таблица портов (табл. 11) хранит в себе фактически подключенные порты. Для обеспечения возможности получения справочной информации по типам портов в таблице создан внешний ключ port_type_id, который ссылается на id типа порта в справочной таблице port_types (Типы портов). Также имеется внешний ключ board_id, который необходим для связи порта с платой, на которой этот порт располагается. Для связи порта с клиентом используется внешний ключ client_id, который ссылается на таблицу clients (Клиенты). Для связи клиентского порта с линейным портом используется атрибут link_to_the_associated_linear_port.

Таблица 10. Пример заполнения таблицы типов портов
Table 10. Example of filled table of port types

Ключи	Nodes	Обязательность заполнения	Пример
PK	id	Обязательно	620a7bbe-5ddf-4435-9461-6d64444a621f
	name	Обязательно	e1
	num_unit	Обязательно	1
	capacity		2.048
	price		null

Таблица 11. Пример заполнения таблицы портов
Table 11. Example of filled table of ports

Ключи	Nodes	Обязательность заполнения	Пример
PK	id	Обязательно	c36b58e5-22e2-43f9-88a9-86c7cfa43b42
FK	board_id	Обязательно	e9967e3e-2d07-4b39-abd9-27c218add6eb
FK	client_id	Обязательно	dfb81f7e-2819-404a-8ee8-201ac6472c0d
FK	port_type_id	Обязательно	620a7bbe-5ddf-4435-9461-6d64444a621f
	link_to_the_associated_linear_port		null
	link_to_the_associated_client_port		null

Для связи линейного порта с клиентским портом используется атрибут link_to_the_associated_client_port.

2.9. Таблица разрешенных портов для плат (board_allowed_port_lists)

Таблица разрешенных портов для плат (табл. 12) необходима для хранения связей между типами портов и допустимых плат, в которые можно установить порт.

2.10. Таблица клиентов (clients)

Таблица клиентов (табл. 13) хранит в себе информацию о фактических клиентах.

2.11. Таблица связи между клиентами и сотрудниками (employee_to_clients)

Таблица связи между клиентами и сотрудниками (табл. 14) хранит в себе информацию о том, какой сотрудник относится к каким клиентам. Переходная таблица, которая была создана для того, чтобы обе-

Таблица 12. Пример заполнения таблицы разрешенных портов для плат
Table 12. Example of filled table of allowed ports in board

Ключи	Nodes	Обязательность заполнения	Пример
PK	id	Обязательно	01611c81-e348-4f45-8d92-faa50056928d
FK	port_type_id	Обязательно	620a7bbe-5ddf-4435-9461-6d64444a621f
FK	board_id	Обязательно	847297d0-1bd0-4070-a480-3f12a8ddfb3d

Таблица 13. Пример заполнения таблицы клиентов
Table 13. Example of filled table of clients

Ключи	Nodes	Обязательность заполнения	Пример
PK	id	Обязательно	dfb81f7e-2819-404a-8ee8-201ac6472c0d
	login	Обязательно	test
	first_name	Обязательно	Роман
	last_name	Обязательно	Цветков
	middle_name		
	email		

Таблица 14. Пример заполнения таблицы связей между клиентами и сотрудниками
Table 14. Example of filled connection table between clients and employees

Ключи	Nodes	Обязательность заполнения	Пример
PK	id	Обязательно	dfb81f7e-2819-404a-8ee8-201ac6472c0d
FK	employee_id	Обязательно	test
FK	client_id	Обязательно	Роман

спечить возможность работы с клиентом несколькими сотрудниками или одного сотрудника для нескольких клиентов.

2.12. Таблица сотрудников (employees)

Таблица сотрудников (табл. 15) хранит в себе информацию о сотрудниках системы.

2.13. Таблица задач для построения маршрутов (tasks)

Таблица задач для построения маршрутов (табл. 16) хранит в себе задачи на построение маршрутов. Атрибут active_flag необходим для того, чтобы явно пометить какие задачи активные, а какие нет. Атри-

Таблица 15. Пример заполнения таблицы сотрудников
Table 15. Example of filled table of employees

Ключи	Nodes	Обязательность заполнения	Пример
PK	id	Обязательно	dfb81f7e-2819-404a-8ee8-201ac6472c0d
	login	Обязательно	test
	password	Обязательно	Роман
	first_name		
	last_name		
	middle_name		
	email		

Таблица 16. Пример заполнения таблицы задач для построения маршрутов
Table 16. Example of filled tasks' table for building routes

Ключи	Nodes	Обязательность заполнения	Пример
PK	id	Обязательно	dfb81f7e-2819-404a-8ee8-201ac6472c0d
FK	client_id	Обязательно	test
	created_time	Обязательно	
	active_flag	Обязательно	true
	task_data	Обязательно	Информация, необходимая для построения маршрута: • точка начала маршрута • точка конца маршрута • желаемая скорость

бут task_data состоит из JSON запроса на построение маршрута.

2.14. Таблица задач для хранения построенных маршрутов (routes)

Таблица задач для хранения построенных маршрутов (табл. 17) хранит в себе выбранные маршруты клиента. Для обеспечения связи с задачей, в рамках которой этот маршрут был создан, есть атри-

бут task_id. Атрибут active_flag необходим для того, чтобы явно пометать какие маршруты активные, а какие нет. Атрибут route_data состоит из JSON сформированного маршрута.

2.15. Пример построения маршрута для сети связи

На рис. 2 представлена схема соединения узла А с узлом Б.

Таблица 17. Пример заполнения таблицы задач для хранения построенных маршрутов

Table 17. Example of filled tasks' table for storing built routes

Ключи	Nodes	Обязательность заполнения	Пример
PK	id	Обязательно	dfb81f7e-2819-404a-8ee8-201ac6472c0d
FK	task_id	Обязательно	7de38d32-2350-45d6-8d08-bcc1197ddec1
FK	client_id	Обязательно	6e7db310-e984-4507-8b60-24850d3c00eb
	route_data		Информация построенного маршрута
	active_flag		true
	price		200

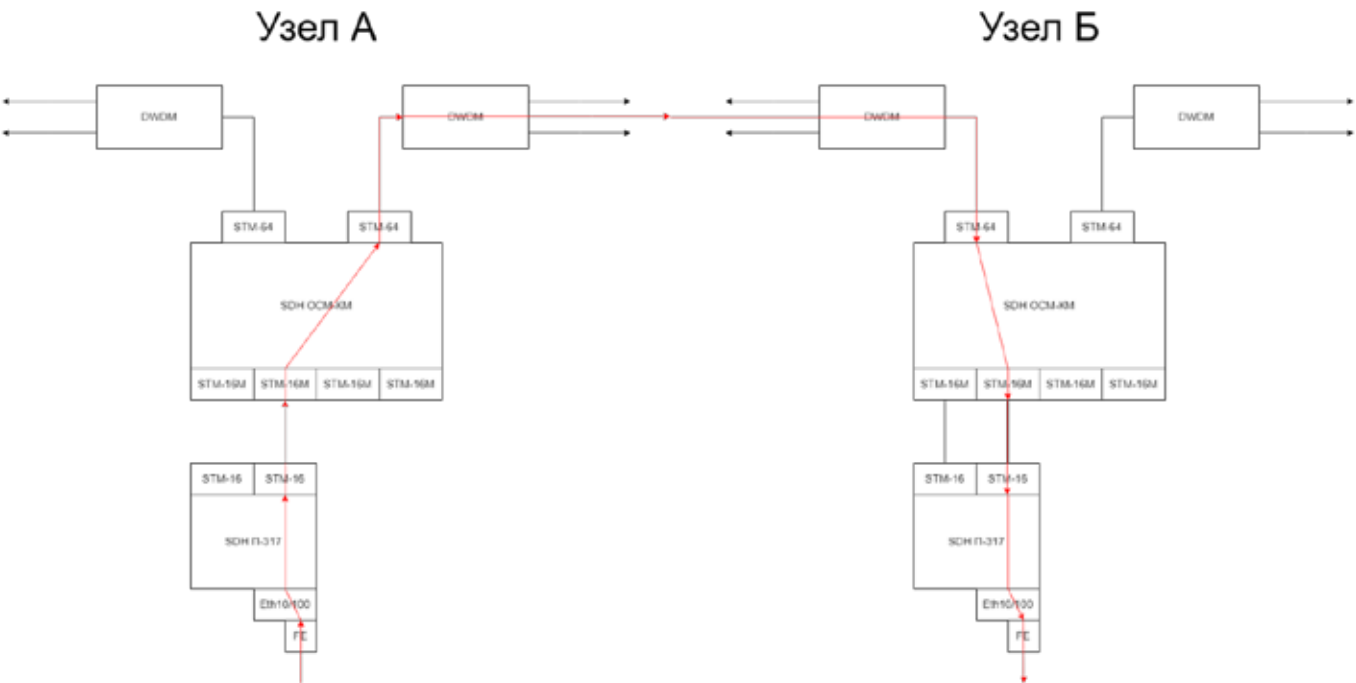


Рис. 2. Пример построения маршрута
Fig. 2. Example of how route is built

Сначала порт FE вставляется в слот платы Eth10/100. Далее этот клиентский порт соединяется с линейным портом платы STM-16. Затем линейный порт соединяется с клиентским портом платы STM-16M,

которая стоит в корзине второго уровня. Затем этот порт также соединяется с линейным портом платы STM-64, которая далее соединяется с клиентским портом транспондера TT-10EP. Этот порт соеди-

няется с линейным портом транспондера и уходит в лямбду (оптоволокно) на транспондер на пункт Б. Далее, аналогично соединениям на пункте А, на пункте Б происходит обратный процесс.

При построении маршрута база данных будет выглядеть следующим образом (рис. 3–9).

	login character varying (50)	first_name character varying (50)	last_name character varying (50)	middle_name character varying (50)	email character varying (50)	id [PK] uuid
1	test	Иван	Иванов	Иванович	test@mail.ru	a4bfe322-7ac0-40b0-aa97-59d65d3aed90

Рис. 3. Записи в таблице клиентов
Fig. 3. Records in the client's table

	id [PK] uuid	name character varying (50)	description character varying (50)	longitude double precision	latitude double precision
1	2ee4d18a-ebcd-4de8-b558-f9f845900...	Узел А	Узел А из примера	39.190289	44.878414
2	8f7f3b73-60f7-43ff-b2e6-24c0aa1f14e6	Узел Б	Узел Б из примера	82.7793606	52.4922513

Рис. 4. Записи в таблице узлов
Fig. 4. Records in the nodes table

	id [PK] uuid	node_id uuid	name character varying (50)	basket_model_id uuid	linked_basket_id uuid
1	bdb82535-9de4-4788-9e21-023e1754b2...	2ee4d18a-ebcd-4de8-b558-f9f845900568	sdh_p_317	efda03a4-e43b-4dcf-a628-ef35ebe6735b	[null]
2	7929fac6-337c-441c-bbe0-b589abc544d3	2ee4d18a-ebcd-4de8-b558-f9f845900568	sdh_osm_km	621426e1-ca47-4e97-8483-f1fe3087702b	[null]
3	87fd7b20-1142b7-a02e-92d6dd074957	8f7f3b73-60f7-43ff-b2e6-24c0aa1f14e6	sdh_p_317	efda03a4-e43b-4dcf-a628-ef35ebe6735b	[null]
4	95912188-c65c-4262-8e6f-a5f680327c18	8f7f3b73-60f7-43ff-b2e6-24c0aa1f14e6	sdh_osm_km	621426e1-ca47-4e97-8483-f1fe3087702b	[null]
5	39301c88-e756-4fa3-977a-604037edd579	8f7f3b73-60f7-43ff-b2e6-24c0aa1f14e6	dwdm_voiga	6ac99116-3a1c-4652-a046-0e214b61e4b5	950dc9b4-55a3-4be0-9f36-f4fb5a682853
6	950dc9b4-55a3-4be0-9f36-f4fb5a682853	2ee4d18a-ebcd-4de8-b558-f9f845900568	dwdm_voiga	6ac99116-3a1c-4652-a046-0e214b61e4b5	39301c88-e756-4fa3-977a-604037edd579

Рис. 5. Записи в таблице корзин
Fig. 5. Records in the baskets table

	id [PK] uuid	name character varying (50)	basket_id uuid	board_model_id uuid	is_linear boolean
1	f469eae8-fe9e-4ba2-a9ce-1c15d0810b3f	block_eth10_100	bdb82535-9de4-4788-9e21-023e1754b2...	ff46b2dd-c799-45fb-b771-f580798137...	false
2	c195d761-040b-481a-866a-72d368178d...	block_stm16m	7929fac6-337c-441c-bbe0-b589abc544d3	72fa13f5-0c6f-40bb-8290-3a0e81db9f0b	false
3	9d90e127-cfee-441c-aefe-598c8bf3fea6	block_eth10_100	87fd7b20-1142b7-a02e-92d6dd074957	ff46b2dd-c799-45fb-b771-f580798137...	false
4	02447c79-6145-4af7-8acb-70988b2a58...	block_stm16m	95912188-c65c-4262-8e6f-a5f680327c18	72fa13f5-0c6f-40bb-8290-3a0e81db9f0b	false
5	f0206445-edbe-417b-a6b1-645fc85b995f	block_stm16	bdb82535-9de4-4788-9e21-023e1754b2...	7e28abb7-7f22-44fd-a549-ea324d54ab...	true
6	013e711c-2b70-4d02-a41b-9b9fb131d9d1	block_stm_64	7929fac6-337c-441c-bbe0-b589abc544d3	7cd8d795-1cdc-4f70-b64b-73c1c0d7c...	true
7	e0c5ee28-c57c-42e9-8163-3987bd4382f5	tt_10_ep	950dc9b4-55a3-4be0-9f36-f4fb5a682853	4102cb07-72f8-4ffa-b61b-125756bf28c1	true
8	d987cf33-2314-4a36-abd0-9b599973c8...	block_stm16	87fd7b20-1142b7-a02e-92d6dd074957	7e28abb7-7f22-44fd-a549-ea324d54ab...	true
9	298fd722-f3e3-4d91-b1b2-51e98f108bd7	block_stm_64	95912188-c65c-4262-8e6f-a5f680327c18	7cd8d795-1cdc-4f70-b64b-73c1c0d7c...	true
10	6eb3d993-4ae0-4169-96ed-45fcd953ae46	tt_10_ep	39301c88-e756-4fa3-977a-604037edd579	4102cb07-72f8-4ffa-b61b-125756bf28c1	true

Рис. 6. Записи в таблице плат
Fig. 6. Records in the boards table

id [PK] uuid	downet_id uuid	client_id uuid	port_type_id uuid	link_to_the_server_id link_id uuid	link_to_the_server_id client_id uuid
1	19827115-05a8-4a45-434a-4a4a4a4a4a4a	82204445-4a45-4770-4a45-4a454a454a45	a4bfe322-7acb-40b0-aa97-59d85d3aed90	3c778a7c-108f-489a-8a72-358b3cc3555a	[null]
2	841a88a2-0179-421a-4849-3a493a493a49	013a7116-2378-40b2-4410-505050505050	a4bfe322-7acb-40b0-aa97-59d85d3aed90	3c778a7c-108f-489a-8a72-358b3cc3555a	[null]
3	14717847-1734-413a-4a45-434a4a45434a	21880222-1949-4a45-413a-4a454a454a45	a4bfe322-7acb-40b0-aa97-59d85d3aed90	3c778a7c-108f-489a-8a72-358b3cc3555a	[null]
4	871c279a-8a8a-4135-4a45-434a4a45434a	091e7c73-233a-4a45-40b2-4a454a454a45	a4bfe322-7acb-40b0-aa97-59d85d3aed90	3c778a7c-108f-489a-8a72-358b3cc3555a	[null]
5	5c2c5705-4a45-413a-4a45-434a4a45434a	9a0a8a8a-8a8a-4a45-413a-4a454a454a45	a4bfe322-7acb-40b0-aa97-59d85d3aed90	3c778a7c-108f-489a-8a72-358b3cc3555a	[null]
6	59a85a8a-4a45-413a-4a45-434a4a45434a	01900701-0a8a-413a-4a45-434a4a45434a	a4bfe322-7acb-40b0-aa97-59d85d3aed90	3c778a7c-108f-489a-8a72-358b3cc3555a	[null]
7	5a00180a-103a-413a-4a45-434a4a45434a	02a4719a-8a8a-4a45-413a-4a454a454a45	a4bfe322-7acb-40b0-aa97-59d85d3aed90	3c778a7c-108f-489a-8a72-358b3cc3555a	[null]
8	75c12a7c-4a45-413a-4a45-434a4a45434a	9a0a8a8a-8a8a-4a45-413a-4a454a454a45	a4bfe322-7acb-40b0-aa97-59d85d3aed90	3c778a7c-108f-489a-8a72-358b3cc3555a	[null]
9	51a1a22a-0a8a-413a-4a45-434a4a45434a	4c5a4a4a-4c5a-4a45-413a-4a454a454a45	a4bfe322-7acb-40b0-aa97-59d85d3aed90	3c778a7c-108f-489a-8a72-358b3cc3555a	[null]
10	430c3a7a-0a8a-413a-4a45-434a4a45434a	6a0b5973-4a45-413a-4a45-434a4a45434a	a4bfe322-7acb-40b0-aa97-59d85d3aed90	3c778a7c-108f-489a-8a72-358b3cc3555a	[null]

Рис. 7. Записи в таблице портов

Fig. 7. Records in the ports table

id [PK] uuid	client_id uuid	created_time timestamp without time zone	active_flag boolean	task_data json
1	c331c7d5-0e91-40bb-92f6-17d2b7446e2c	2025-03-30 10:23:54	true	{ "startingPoint": "", "destinationPoint": "", "capacity": "" }

Рис. 8. Записи в таблице задач

Fig. 8. Records in the tasks table

id [PK] uuid	task_id uuid	client_id uuid	route_data json	active_flag boolean	price double precision
1	689b3fe6-4767-4a30-add7-d3c06bb0032b	c331c7d5-0e91-40bb-92f6-17d2b7446e2c	a4bfe322-7acb-40b0-aa97-59d85d3aed90	true	200

Рис. 9. Записи в таблице маршрутов

Fig. 9. Records in the routes table

3. ОБСУЖДЕНИЕ

В системе есть параметры, которые являются рассчитываемыми (например, количество свободных портов у платы). При добавлении маршрута для нового клиента количество свободных портов будет уменьшаться. Это логично, так как порты новых клиентов занимают свое место на плате. В статье рассматривается подход, при котором не создаются отдельные поля для хранения информации о количестве доступных портов. Система будет рассчитывать нужные параметры, но их

сохранение в базу данных не предусмотрено.

Второй способ — считать значения, сохранять в базу данных и вместо выполнения логики расчета брать значение из атрибута.

4. ВЫВОДЫ

Построена и реализована программными средствами реляционная модель узла связи, применяемая к любому используемому оборудованию для произвольного уровня агрегации портов.

ВКЛАД АВТОРОВ

А. В. Синицын — концепция, анализ информации.

С. Э. Лукьянов — концепция, редактирование текста.

Р. Ю. Байдушин — сбор данных, анализ информации, подготовка текста.

П. А. Цветков — сбор данных, редактирование текста.

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Alexander V. Sinitsyn — concept, information analysis.

Stanislav E. Lukyanov — concept, text editing.

Roman Y. Baydushin — data collection, information analysis, text preparation.

Pavel A. Tsvetkov — data collection, text editing.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTERESTS

The author declares no relevant conflict of interest.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ/ REFERENCES

1. Кучерявый А.Е., Владыко А.Г., Киричек Р.В., Маколкина М.А., Парамонов А.И., Выборнова А.И., Пирмагомедов Р.Я. Перспективы научных исследований в области сетей связи на 2017–2020 годы. *Информационные технологии и телекоммуникации*. 2016;4(3):1–14. (In Russ.).
Koucheryavy A., Vladyko A., Kirichek R., Makolkina M., Paramonov A., Vybornova A., Pirmagomedov R. The prospects for research in the field of communications networks on the 2017–2020 years. *Telecom IT*. 2016;4(3):1–14 (In Russ.).
2. Cholda P., Mykkeltveit A., Helvik B.E., Wittner O.J., Jajszczyk A. A survey of resilience differentiation frameworks in communication networks. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. 2007;9(4):32–55. <https://doi.org/10.1109/COMST.2007.4444749>
3. Wiatr P., Chen J., Monti P., Wosinska L. Energy efficiency versus reliability performance in optical backbone networks. *Journal of Optical Communications and Networking*. 2025;7(3): A482–A491. <https://doi.org/10.1364/JOCN.7.00A482>
4. Чечин Г.В. Математическая модель для анализа сетей связи с одним или несколькими узлами обмена трафиком. *Электросвязь*. 2019;(7):50–55.
Chechin G.V. Mathematical Model for Analyzing Communication Networks with One or Several Traffic Exchange Nodes. *Electrosvyaz*. 2019;(7):50–55. (In Russ.).
5. Иванов Р.М. Функциональная модель структуры узла связи специального назначения рассредоточенного (модульного) пункта управления. *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. 2021;(9):231–236. <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2021-9-231-236>
Ivanov R.M. Functional model of the structure of a special-purpose communication node of a dispersed (modular) control center. *News of Tula State University. Technical sciences*. 2021;(9):231–236. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2021-9-231-236>
6. Наний О.Е., Стариков П.П., Петров С.В. и др. Инженерно-технические решения по построению магистральной и региональной сети связи с использованием технологии OTN/DWDM. *Информатизация и связь*. 2019. № 1. с. 74–83. <https://doi.org/10.34219/2078-8320-2019-10-1-74-83>. EDN ZCPWYX
Naniy O.E., Starikov P.P., Petrov S.V. and etc. Engineering and technical solutions for building a backbone and regional communication network using OTN/DWDM technology. *Information and communication*. 2019. № 1. p. 74–83. (In Russ.). <https://doi.org/10.34219/2078-8320-2019-10-1-74-83>. EDN ZCPWYX

7. Зайкова Е.А., Моргунов Е.П. Обзор существующих средств резервного копирования базы данных в СУБД PostgreSQL. *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*. 2021;2:248–250.
Zaikova E.A., Morgunov E.P. Overview of existing database backup tools in PostgreSQL database management system. *Current problems of aviation and cosmonautics*. 2 (2021): 248–250. (In Russ.).
8. Makris A., Tserpes K., Spiliopoulos G. et al. MongoDB Vs PostgreSQL: A comparative study on performance aspects. *Geoinformatica*. 2021;25(2):243–268. <https://doi.org/10.1007/s10707-020-00407-w>
9. Truskowski W., Klewek R., Skublewska-Paszkowska, M. (2020). Comparison of MySQL, MSSQL, PostgreSQL, Oracle databases performance, including virtualization. *Journal of Computer Sciences Institute*, 16, 279–284. <https://doi.org/10.35784/jcsi.2026>
10. Mohammed M.A., Muhammed D.A., Abdullah J.M. Practical Approaches of Transforming ER Diagram into Tables. *International Journal of Multidisciplinary and Scientific Emerging Research*. 2015;4(22):2349–6037.
11. Старушенкова Е.Е. Основные этапы проектирования баз данных. *E-Scio*. 2021;(11):318–323. EDN OLOOIR
Starushenkova E.E. The main stages of database design. *E-Scio*. 2021;(11):318-323. (In Russ.). EDN OLOOIR
12. Синицын А.В., Синицын А.А., Жаворонкова О.Г. Алгоритм построения оптимальной маршрутизации для отказоустойчивой сети связи. *Информатизация и связь*. 2023;(5):49–56. <https://doi.org/10.34219/2078-8320-2023-14-5-49-56>
Sinitsyn A.V., Sinitsyn A.A., Zhavoronkova O.G. An algorithm for building optimal routing for a fault-tolerant communication network. *Informatization and communication*. 2023;(5):49–56. (In Russ.). DOI: 10.34219/2078-8320-2023-14-5-49-56
13. Иващенко Ю.Н., Бабинцев Д.И., Карнаух С.Э., Лукьянов А.П., Супрун В.Н., Бетин В.А. Прогнозирование трафика телекоммуникационных сетей и их оптимизация. *Информатизация и связь*. 2023;(4):53–58. <https://doi.org/10.34219/2078-8320-2023-14-4-53-58>. EDN CPWWJP
Ivashchenko V.A., Babintsev Y.N., Karnaukh D.I., Lukyanov S.E., Suprun A.P., Betin V.N. Forecasting the traffic of telecommunication networks and their optimization. *Informatization and communications*. 2023;(4):53–58. (In Russ.). <https://doi.org/10.34219/2078-8320-2023-14-4-53-58>. EDN CPWWJP

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр Владимирович Синицын, кандидат физико-математических наук, РТУ МИРЭА, Институт информационных технологий, г. Москва, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7392-1837>; e-mail: a@sinitsyn.info

Станислав Эмильевич Лукьянов, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное автономное научное учреждение «Центр информационных технологий и систем органов исполнительной власти имени А. В. Старовойтова» (ФГАНУ ЦИТиС), г. Москва, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0596-1942>; e-mail: lukyanov@inevm.ru

Роман Юрьевич Байдушин, РТУ МИРЭА, Институт информационных технологий, г. Москва, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4354-044X>; e-mail: roman.baydushin@gmail.com

Павел Алексеевич Цветков, РТУ МИРЭА, Институт информационных технологий, г. Москва, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1597-6251>; e-mail: pashokts@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTORS

Alexander V. Sinitsyn, PhD (Phys.-Math.), RTU MIREA, Institute of Information Technology, Moscow, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7392-1837>; e-mail: a@sinitsyn.info

Stanislav E. Lukyanov, Cand. Sci. (Eng.) Federal State Autonomous Scientific Institution "Center for Information Technologies and Systems of Executive Authorities named after A. V. Starovoytov"; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0596-1942>; e-mail: lukyanov@inevm.ru

Roman Y. Baydushin, RTU MIREA, Institute of Information Technology; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4354-044X>; e-mail: roman.baydushin@gmail.com

Pavel A. Tsvetkov, RTU MIREA, Institute of Information Technology; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1597-6251>; e-mail: pashokts@mail.ru

Поступила / Received 01.03.2025

Принята / Accepted 01.04.2025

Подписано в печать.

Печать офсетная

Тираж 500 экз.

Адрес редакции: 125252, Россия, Москва, ул. Куусинена, д. 21-Б

Типография АО «Т8 Издательские Технологии»,

Адрес типографии: 109316, Россия, Москва, Волгоградский пр-т, д. 42, корп. 5.

