

ISSN: 1812-5220 (Print)
ISSN: 2658-7882 (Online)



Том 22, 2025, № 4
Vol. 22, 2025, No. 4

Научно-практический журнал

Проблемы анализа риска

Scientific and Practical Journal

Issues of Risk Analysis

Главная тема номера:

Риск экологический
и для здоровья

Volume Headline:

Environmental
and Health Risk

Том 22, 2025, № 4
Vol. 22, 2025, No. 4

ISSN: 1812-5220 (Print)
ISSN: 2658-7882 (Online)

Научно-практический журнал

Проблемы анализа риска

Scientific and Practical Journal

Issues of Risk Analysis

Периодичность 6 выпусков в год
Frequency of 6 releases in a year

Основан в 2004 г.
Founded in 2004



Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны
и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (федеральный центр науки и высоких технологий)
*Federal State Budgetary Establishment "All-Russian Scientific Research Institute for Civil Defence
and Emergencies of the EMERCOM of Russia" (Federal Science and High Technology Center)*

Проблемы анализа риска

Problemy analiza riska

Цели и задачи журнала

Цель: способствовать становлению культуры управления рисками, обобщению опыта исследований риска, внедрению инновационных подходов, созданию баз знаний и данных, информационного пространства по риску, сопровождению научных проектов, созданию и внедрению профессиональных и образовательных стандартов и программ, координации деятельности специалистов по анализу и управлению рисками, разработке нормативных показателей допустимого (приемлемого) риска, законодательного и правового обеспечения.

Задача: дать информацию о результатах последних научных исследований в области анализа и управления рисками, что помогает специалистам по управлению рисками решать насущные проблемы, внедрять инновационные научные разработки и применять научный опыт в практической деятельности управления рисками в чрезвычайных ситуациях, обеспечения безопасности жизнедеятельности населения, глобальной и региональной безопасности, защите окружающей среды, построения и совершенствования систем управления рисками в организациях и на предприятиях различных отраслей экономики.

Aims and Scope of the journal

Aim: to promote formation of culture of risk management, synthesis of experience of researches of risk, introduction of innovative approaches, creation of knowledge bases and data, information space on risk, support of scientific projects, creation and introduction of professional and educational standards and programs, coordination of activity of specialists in the analysis and risk management, development of standard indicators of admissible (acceptable) risk, legislative and legal support.

Scope: to give information on results of the last scientific research in the field of the analysis and risk management that helps specialists in risk management to solve pressing problems, to introduce innovative scientific developments and to apply scientific experience in practical activities of risk management in emergency situations, safety of activity of the population, global and regional security, environment protection, construction and improvement of risk management systems in the organizations and at the enterprises of various sectors of the economy.

Учредитель *Founder*

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций
МЧС России» (Федеральный центр науки и высоких технологий)
121352, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7

*Federal State Budgetary Establishment "All-Russian Scientific Research
Institute for Civil Defence and Emergencies of the EMERCOM
of Russia" (Federal Science and High Technology Center)
7, St. Davydkovskaya, Moscow, 121352*

Издатель и редакция журнала *Publisher and Editorial Office of the Journal*

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций
МЧС России» (Федеральный центр науки и высоких технологий)
121352, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7

*Federal State Budgetary Establishment "All-Russian Scientific Research
Institute for Civil Defence and Emergencies of the EMERCOM
of Russia" (Federal Science and High Technology Center)
7, St. Davydkovskaya, Moscow, 121352*

Главный редактор:

Быков Андрей Александрович,
д.ф.-м.н., проф., заслуженный деятель науки РФ, г. Москва, Россия
E-mail: parjournal@mail.ru

Editor-in-Chief:

Andrey A. Bykov,
Doctor of physics and mathematics, Professor, honored scientist of
Russia Federation, Moscow, Russia
E-mail: parjournal@mail.ru

Ответственный секретарь:

Виноградова Лилия Владимировна,
младший научный сотрудник научно-исследовательского центра
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва, Россия
E-mail: parjournal@mail.ru

Responsible secretary:

Lyliya V. Vinogradova,
Junior Researcher, Research Center
of the VNII GOChS (FC), Moscow, Russia
E-mail: parjournal@mail.ru

Верстка:
Кожемякин Владимир Владимирович

Imposition:
Vladimir V. Kozhemyakin

Журнал издается с 2004 года
Периодичность: 6 номеров в год
ISSN: 1812-5220 (Print)
ISSN: 2658-7882 (Online)
Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-85693 от 14.08.2023

The journal is issued since 2004
Frequency: 6 numbers a year
ISSN: 1812-5220 (Print)
ISSN: 2658-7882 (Online)
Certificate of registration of mass media ПИ № ФС 77-85693
from 14.08.2023

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Минобрнауки России (ВАК) для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

Решением ВАК от 21.12.2023 г. № 3/пл/1 журнал с 01.01.2024 отнесен к категории К 1 сроком на три года.

Журнал индексируется РИНЦ, INDEX COPERNICUS, Science Index, Ulrich's

The journal is included in the list of the leading reviewed scientific journals and editions recommended by the Highest certifying commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (VAK) for publication of the main scientific results of theses for a competition of academic degrees of the doctor and candidate of science.

By the decision of the VAK of 21.12.2023 No. 3/pl/1, the journal has been assigned to category K 1 for a period of three years since 01.01.2024.

The journal is indexed RINTS, INDEX COPERNICUS, Science Index, Ulrich's

При перепечатке и цитировании ссылка на журнал «Проблемы анализа риска» обязательна. Присланные в редакцию материалы рецензируются и не возвращаются. Статьи, не оформленные в соответствии с Инструкцией для авторов, к рассмотрению не принимаются.

At a reprint and citing the reference to the "Issues of Risk Analysis" journal is obligatory. The materials sent to edition are reviewed and are not returned. Articles which are not issued according to the Instruction for authors are not taken cognizance.

Формат 60×84 1/8. Объем 11,75 печ. л. Печать цифровая.
Тираж 1000 экз.

Подписано в печать: 22.08.2025

Цена свободная

© Проблемы анализа риска, 2025

Отпечатано в ООО «Типография Форпринт»,
123298, г. Москва, ул. Маршала Бирюзова, д. 1, корп. 11

Format 60×84 1/8. Volume is 11,75 print. pages. Digital printing.
Circulation is 1000 copies.

It is sent for the press: 22.08.2025

Free price

© Issues of Risk Analysis, 2025

Printed in the typography of Forprint Printing House LLC,
1, Marshal Biryuzov St., bldg. 11, 123298, Moscow

Распространяется по подписке

Объединенный каталог Пресса России

Подписной индекс:

15704 — период подписки от 2 мес.

85800 — период подписки от 12 мес.

Оформить подписку можно:

– подписное агентство Урал Пресс Округ (подписка на печатную или электронную версию)

информация на сайте: <https://www.ural-press.ru/contact/>;

– подписное агентство АРЗИ (подписка на печатную версию)

<https://www.pressa-rf.ru/cat/1/section/2/>

Extends on a subscription

United Catalogue Press of Russia

Subscription index:

15704 — subscription period from 2 months

85800 — subscription period from 12 months

You can subscribe to:

– subscription agency Ural Press District (subscription to print and electronic version)

information or website: <https://www.ural-press.ru/contact/>;

– subscription agency ARZI (subscription to the printed version) <https://www.pressa-rf.ru/cat/1/section/2/>

<http://www.risk-journal.com>

Наблюдательный совет

Махутов Николай Андреевич (председатель)

Член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, председатель Комиссии РАН по техногенной безопасности, г. Москва, Россия

Акимов Валерий Александрович (заместитель председателя)

Доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник, ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (ФЦ), г. Москва, Россия

Верещагин Виктор Владимирович

Кандидат исторических наук, член Совета директоров Международной ассоциации федераций риск-менеджмента (IFRIMA), Президент Русского общества управления рисками (РусРиск), г. Москва, Россия

Редакционная коллегия

Быков Андрей Александрович (главный редактор)

Доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, действительный член Русского общества управления рисками, г. Москва, Россия

Порфирьев Борис Николаевич (заместитель главного редактора)

Академик РАН, доктор экономических наук, профессор, научный руководитель, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, г. Москва, Россия

Башкин Владимир Николаевич (заместитель главного редактора по вопросам экологической безопасности)

Доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино, Россия

Каранина Елена Валерьевна (заместитель главного редактора по вопросам региональной и экономической безопасности)

Доктор экономических наук, доцент, член-корреспондент Российской академии естествознания, заведующий кафедрой финансов и экономической безопасности, ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров, Россия

Бродский Юрий Игоревич

Доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, г. Москва, Россия

Голембиовский Дмитрий Юрьевич

Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры исследования операций факультета вычислительной математики и кибернетики, МГУ им. М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Елохин Андрей Николаевич

Доктор технических наук, член-корреспондент РАН, действительный член Академии геополитических проблем, первый вице-президент, Ассоциация риск-менеджмента «Русское общество управления рисками», г. Москва, Россия

Ерешко Феликс Иванович

Доктор технических наук, профессор, заведующий отделом, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, г. Москва, Россия

Колесников Евгений Юрьевич

Доктор технических наук, доцент, профессор Высшей школы техносферной безопасности, СПбПУ им. Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия

Котловский Игорь Борисович

Кандидат экономических наук, действительный член Российской академии естествознания, доцент, заведующий кафедрой управления рисками и страхования, МГУ им. М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Supervisory Council

Makhutov Nikolay Andreevich (Chairman)

Corresponding Member of RAS, Doctor of Sciences in Technology, Professor, Chairman of the RAS Commission on Technogenic Safety, Moscow, Russia

Akimov Valery Aleksandrovich (Deputy Chairman)

Doctor of Sciences in Technology, Professor, Honored Scientist of Russia, Chief Researcher, All-Russian research Institute for Civil Defense and Emergency Situations of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Vereshchagin Victor Vladimirovich

Candidate of Sciences in History, Member of the Board of Directors of the International Association of Risk Management Federations (IFRIMA), President of the Russian Risk Management Society (RusRisk), Moscow, Russia

Editorial Board

Bykov Andrey Aleksandrovich (Editor-in-Chief)

Doctor of Sciences in Physics and Mathematics, Professor, Honored Scientist of Russia Federation, Full Member of the Russian Risk Management Society, Moscow, Russia

Porfiriev Boris Nikolayevich (Deputy Editor-in-Chief)

Academician of RAS, Doctor of Sciences in Economics, Professor, Scientific Director, Institute of Economic Forecasting of RAS, Moscow, Russia

Bashkin Vladimir Nikolaevich (Deputy Editor-in-Chief for Environmental Safety)

Doctor of Sciences in Biology, Professor, Chief Researcher, Institute of Physico-Chemical and Biological Problems of Soil Science RAS, Pushchino, Russia

Karanina Elena Valerevna (Deputy Editor-in-Chief for Regional and Economic Security)

Doctor of Sciences in Economics, Associate Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences, Head of the Department of Finance and Economic Security, Vyatka State University, Kirov, Russia

Brodsky Yuri Igorevich

Doctor of Sciences in Physics and Mathematics, Leading Researcher, Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Golembiovsky Dmitry Yuryevich

Doctor of Sciences in Technology, Professor, Professor Department of operations research Faculty of computational mathematics and cybernetics, MSU named after M. V. Lomonosov, Moscow, Russia

Elokhin Andrey Nikolaevich

Doctor of Sciences in Technology, Corresponding Member of RANS, Full Member of the Academy of Geopolitical Problems, First Vice President, Risk Management Association "Russian Risk Management Society", Moscow, Russia

Ereshko Felix Ivanovich

Doctor of Sciences in Technology, Professor, Head of Department, Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Kolesnikov Evgeny Yuryevich

Doctor of Sciences in Technology, Associate Professor, Professor of the Higher School of Technosphere safety, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

Kotlovsky Igor Borisovich

Candidate of Sciences in Economics, Associate Professor, Full Member of the Russian Academy of Natural Sciences, Head of the Department of Risk Management and Insurance, MSU named after M. V. Lomonosov, Moscow, Russia

Макашина Ольга Владиленовна

Доктор экономических наук, профессор, профессор Департамента общественных финансов, Финансовый университет при Правительстве РФ, г. Москва, Россия

Малышев Владлен Платонович

Доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник, ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (ФЦ), г. Москва, Россия

Мартынюк Василий Филиппович

Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры промышленной безопасности и охраны окружающей среды, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва, Россия

Морозко Нина Иосифовна

Доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры «Денежно-кредитные отношения и монетарная политика», Финансовый университет при Правительстве РФ, г. Москва, Россия

Опарин Сергей Геннадиевич

Член-корреспондент Академии военных наук, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Экономика и менеджмент в строительстве», Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, г. Санкт-Петербург, Россия

Помазанов Михаил Вячеславович

Кандидат физико-математических наук, Руководитель подразделения валидации, ПАО Промсвязьбанк, Дирекция «Риски», г. Москва, Россия

Ревич Борис Александрович

Доктор медицинских наук, профессор, нобелевский лауреат в составе Межправительственной группы экспертов по изменению климата, руководитель лаборатории прогнозирования качества окружающей среды и здоровья населения, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, г. Москва, Россия

Сосунов Игорь Владимирович

Кандидат технических наук, доцент, заместитель начальника, ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (ФЦ), г. Москва, Россия

Фалеев Михаил Иванович

Кандидат политических наук, помощник начальника отряда, ФГКУ «Государственный центральный аэромобильный спасательный отряд», г. Жуковский, Россия

Шевченко Андрей Владимирович

Доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, ФГБУ «ЦНИИ ИВ» Минобороны России, г. Москва, Россия

Шемякина Татьяна Юрьевна

Кандидат экономических наук, профессор, заместитель заведующего кафедрой, Государственный университет управления, г. Москва, Россия

Makashina Olga Vladilenovna

Doctor of Sciences in Economics, Professor, Professor Department of public Finance, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

Malyshev Vladlen Platonovich

Doctor of Sciences in Chemistry, Professor, Honored Scientist of Russia Federation, Chief Researcher, All-Russian research Institute for civil defense and emergency situations of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Martynyuk Vasily Filippovich

Doctor of Sciences in Technology, Associate Professor, Professor of the Department Industrial Safety and Environmental Protection, National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow, Russia

Morozko Nina Iosifovna

Doctor of Sciences in Economics, Professor, Professor of the Department "Monetary relations and monetary policy", Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

Oparin Sergey Gennadievich

Corresponding Member of the Military Sciences Academy, Doctor of Sciences in Technology, Full Professor, Professor Department of Economics and Management in Construction, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, St. Petersburg, Russia

Pomazanov Mikhail Vyacheslavovich

Candidate of Science in Physics and Mathematics, Head of Validation Unit, PJSC Promsvyazbank, Management "Risks", Moscow, Russia

Revich Boris Aleksandrovich

Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Nobel Laureate in the Intergovernmental Panel on Climate Change, Head of the Laboratory of Environmental and Public Health Forecasting, Institute of Economic Forecasting of RAS, Moscow, Russia

Sosunov Igor Vladimirovich

Candidate of Sciences in Technology, Associate Professor, Deputy chief, All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Faleev Mihail Ivanovich

Candidate of Sciences in Politics, Assistant to the Chief of Group, Federal Public Treasury Institution "State Central Airmobile Rescue Group", Zhukovsky, Russia

Shevchenko Andrey Vladimirovich

Doctor of Sciences in Technology, Professor, Chief Researcher, Central Research Test Institute of Engineering Troops of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Moscow, Russia

Shemyakina Tatyana Yurievna

Candidate of Sciences in Economics, Professor, Deputy Head of the Department, State University of Management, Moscow, Russia

Content

Editor's Column

- 8 Environmental and Health Risks
Vladimir N. Bashkin, Deputy Editor-in-Chief for Environmental Safety

Health Risk

- 12 On the Issue of the Consequences of Oil and Petroleum Product Spills for Human Health: a Literary Review
Elena V. Evstafeva, Institute of Fundamental Medicine and Health Preservation Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Sevastopol State University», Sevastopol, Russia; I.M. Sechenov Research Institute, Yalta, Russia
Dmitry S. Kadochnikov, Olga Yu. Gritskovich, Institute of Fundamental Medicine and Health Preservation Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Sevastopol State University», Sevastopol, Russia
Irina A. Evstafeva, Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky, Simferopol, Russia

Ecological Risk

- 22 Biogeochemical Technology for Risk Management During Cleaning of the Black Sea Coast Contaminated With Fuel Oil
Galina K. Vasilyeva, Vladimir N. Bashkin, Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science RAS, Pushchino, Russia
- 34 Environmental Risk Management in Assessing the Impact of Oil and Gas Business on the Atmosphere (Using the Example of the Activities of Sakhalin Energy LLC for 2012–2024)
Olga P. Trubitsina, Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk, Russia
Vladimir N. Bashkin, Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science RAS, Pushchino, Russia

Risk Management

- 44 Climate Ratings of Russian Companies: Analysis of Approaches to Assignment and Development Prospects
Petr N. Mikheev, Russian Risk Management Society, Moscow, Russia
- 56 Risks Management of Financing Investment Projects in the Field of Preservation of Cultural Heritage
Elena V. Karanina, Vyatka State University, Kirov, Russia
Yaroslav S. Mikhailyuk, Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia
Irina V. Toropova, Ural Federal University, Ural Institute of Management — a branch of RANEP, Ekaterinburg, Russia
Olga V. Kotova, Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia
- 68 Digital Risk Monitoring at Thermal Power Plants: Predictive Analytics in the Context of Import Substitution
Oleg V. Adarchev, Academy of Military Sciences of the Russian Federation, Moscow, Russia

Risk Social

- 74 The Problem of Assessing the Social Risk of of Emergencies Caused by Floods, and the Formation of Ways to Solve It
Irina Yu. Oltyan, Elena V. Arefyeva, All-Russian Scientific Research Institute for Civil Defence and Emergencies of the EMERCOM of Russia (Federal Science and High Technology Center), Moscow, Russia

Содержание

Колонка редактора

- 8 Риск экологический и для здоровья
Башкин В.Н., заместитель главного редактора по вопросам экологической безопасности

Риск для здоровья

- 12 К вопросу о последствиях разливов нефти и нефтепродуктов для здоровья человека: литературный обзор
Евстафьева Е.В., Институт фундаментальной медицины и здоровьесбережения ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия; АНИИ им. И.М. Сеченова, г. Ялта, Россия
Кадоchnikов Д.С., Грицкевич О.Ю., Институт фундаментальной медицины и здоровьесбережения ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
Евстафьева И.А., Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, Россия

Риск экологический

- 22 Биогеохимическая технология для управления рисками при очистке загрязненного мазутом побережья Черного моря
Васильева Г.К., Башкин В.Н., Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино, Россия
- 34 Управление экологическим риском при оценке воздействия на атмосферный воздух нефтегазового бизнеса (на примере деятельности ООО «Сахалинская энергия» за 2012–2024 годы)
Трубицина О.П., Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Россия
Башкин В.Н., Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино, Россия

Управление рисками

- 44 Климатические рейтинги российских компаний: анализ подходов к оценке и перспективы развития
Михеев П.Н., Русское общество управления рисками, г. Москва, Россия
- 56 Управление рисками финансирования инвестиционных проектов в сфере сохранения объектов культурного наследия
Каранина Е.В., Вятский государственный университет, г. Киров, Россия
Михайлюк Я.С., Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия
Торопова И.В., Уральский федеральный университет, Уральский институт управления – филиал РАНХиГС, г. Екатеринбург, Россия
Котова О.В., Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург, Россия
- 68 Цифровой мониторинг рисков на тепловых электростанциях: прогнозная аналитика в условиях импортозамещения
Адарчев О.В., Академия военных наук Российской Федерации, г. Москва, Россия

Риск социальный

- 74 Проблема оценки социального риска чрезвычайных ситуаций, источниками которых являются паводковые наводнения, и формирование путей ее решения
Олтян И.Ю., Арефьева Е.В., Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий), г. Москва, Россия

EDN: SCELCH

ISSN 1812-5220

© Проблемы анализа риска, 2025

Риск экологический и для здоровья

Башкин В.Н.,
заместитель
главного редактора
по вопросам экологической
безопасности

Для цитирования: Башкин В.Н. Риск экологический и для здоровья // Проблемы анализа риска. 2025. Т. 22. № 4. С. 8–11. — EDN SCELCH

Environmental and Health Risks

Vladimir N. Bashkin,
Deputy Editor-in-Chief
for Environmental Safety

For citation: Bashkin V.N. Environmental and health risks // Issues of Risk Analysis. 2025;22(4):8–11. (In Russ.). — EDN SCELCH

Уважаемые читатели!

Этот выпуск журнала посвящен оценке экологических рисков и рисков для здоровья населения, связанных, прежде всего, с гидросферой и водными источниками. При этом следует подчеркнуть, что загрязнение Мирового океана, прибрежных акваторий и побережья нефтью и нефтепродуктами (НП) как приоритетными поллютантами, происходит повсеместно и регулярно. Необходимо отметить, что наибольшее количество поступает из природных источников, в частности, с выходами нефти из трещин и разломов морского дна. Оценено, что за счет природного фактора поступает до 50% от общей массы ежегодного поступления, порядка 11 млн тонн. Усилившееся освоение морских месторождений нефти сопровождается ее утечками при подводном бурении скважин (в среднем по две аварии на каждые 1 тыс. скважин ежегодно). Рассеянные источники поступления НП связаны с речными и канализационными стоками в морские акватории. Но с точки зрения оценки рисков наибольший как научный, так и общественный интерес вызывают аварии танкеров, перевозящих различные виды НП.

В этой связи, авария в Керченском проливе в декабре 2024 г., приведшая к разливу большого количества топочного мазута, в очередной раз заставила

рассмотреть вопросы оценки рисков, как техногенных, так и экологических, в особенности рисков для здоровья населения. Это привлекло внимание не только специалистов в области устранения технических причин и последствий техногенных аварий, но и ученых, оценивающих ущерб, наносимый природе и здоровью человека.

Открывает наш номер в рубрике «Риск для здоровья» статья крымских ученых Е. В. Евстафьевой (Институт фундаментальной медицины и здоровьесбережения ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», АНИИ им. И. М. Сеченова), Д. С. Кадочникова, О. Ю. Грицкевич (Институт фундаментальной медицины и здоровьесбережения ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет») и И. А. Евстафьевой (Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского). Авторами постулируется, что анализ накопленной в мировой практике информации, касающейся разнообразных аспектов этой проблемы, может способствовать лучшему пониманию ее важности и, следовательно, представлять интерес для конструктивного решения проблемы. Приведенные сведения по последствиям прецедентов разлива нефти и нефтепродуктов в отечественной и мировой практике, а также последние

научно-исследовательские данные, позволяют оценить и прогнозировать возможные эффекты влияния на здоровье человека. Читатели могут ознакомиться как с описанием прецедентов подобных аварий, так и с влиянием НП на объекты окружающей среды. Также в статье представлено описание эпидемиологических исследований, связанных с последствиями аварий с разливом нефти и нефтепродуктов, и проведен анализ экспериментальных и натурных исследований физиологических эффектов влияния на представителей животного мира и человека. Это послужит основой для соответствующих расчетов рисков для здоровья людей, представляя так называемые физиологические критерии и нормативы (endpoints). Это будет значимо для оценки параметров биогеохимических циклов, в которые включаются аварийные НП, при этом в большинстве случаев эти циклы замыкаются человеком как конечным потребителем.

Далее, рассматривая соответствующие риски, важно оценить не только их вероятность и экономический ущерб, но и находить пути управления ими. В рубрике «Риск экологический» представлена статья авторов Г. К. Васильевой и В. Н. Башкина (Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН). В статье описывается разработанная природоподобная биогеохимическая технология очистки загрязненного мазутом пескогрунта на побережье Черного моря. Следует подчеркнуть, что уже представлен соответствующий технологический регламент и даны примеры практического использования разработанной технологии. При этом нужно отметить, что подобный быстрый ответ на чрезвычайные ситуации (менее, чем через несколько месяцев после аварии танкеров, перевозящих мазут), позволяющий управлять экологическими рисками и резко снижать последствия катастрофы, во многом обусловлен многолетними экспериментальными работами, проводимыми к.б.н., ведущим научным сотрудником ИФХиБПП РАН Г. К. Васильевой и ее учениками в различных регионах мира. Г. К. Васильева разработала теоретические и практические основы сорбционной биоремедиации почв, донных отложений и поверхностных вод. В представленной статье описан вариант такой технологии, связанный с экстракцией мазута из загрязненного пескогрунта, отобранного с пляжей г. Анапы и накопленного в больших количествах на площадках временного хранения. В этом

году Г. К. Васильева отмечает свой юбилей, и редакция журнала желает ей дальнейших творческих успехов и отменного здоровья.

Продолжает рубрику статья, посвященная управлению экологическим риском на примере оценки воздействия нефтегазового бизнеса на атмосферный воздух, — О. П. Трубициной (Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова) и В. Н. Башкина (Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН). В статье приведены результаты оценки деятельности ООО «Сахалинская энергия» за последние 12 лет (2012–2024 гг.), основанные на материалах из утвержденных отчетов компании в области устойчивого развития. Оценены величины, связанные с динамикой валовых и удельных выбросов, а также затратами на охрану атмосферного воздуха и платой за выбросы в атмосферу. Сделан вывод о возможности управления экологическими рисками. Авторы показывают, что эта компания следует экологическим стандартам и учету вероятности проявления экологических рисков. Это, соответственно, требует последовательных шагов для реализации намеченных целей, а также устойчивое финансирование природоохранных инициатив.

Продолжает тему экологических рисков, их оценки и управления, статья, размещенная в рубрике «Управление рисками». Автором, П. Н. Михеевым (Русское общество управления рисками), проведен анализ ключевых аспектов оценки климатических рейтингов российских компаний. В статье сделан вывод, что особое внимание должно быть уделено значимости таких рейтингов для выбора оптимальных мер адаптации российской экономики к климатическим изменениям. Хотя в последние годы зарубежные исследования, в частности европейские и северо-восточноазиатские, уделяют больше внимания этой тематике, существует необходимость разработки национальных рейтинговых платформ. Это позволит учесть специфику российской экономики и, что наиболее важно, снизить зависимость от зарубежных поставщиков рейтинговых оценок. В статье показана отраслевая специфика компаний в нашей стране. Проведен критический анализ применимости метрик, используемых различными рейтинговыми агентствами. Читатели журнала могут ознакомиться с заключительными выводами о необходимости и возможности создания унифицированной методики, поскольку разнообразие имеющихся

рейтинговых платформ затрудняет сопоставление уровня развития климатической повестки российских компаний. Это, в свою очередь, осложняет процесс принятия решений как государственными органами, так и отдельными инвесторами.

Известно, что различными видами рассматриваемых рисков, включая и риски утраты культурного наследия, можно и нужно управлять с использованием финансовых инструментов. Этой проблеме всегда уделяется большое внимание на страницах нашего журнала и этот номер не стал исключением.

В статье группы авторов: Е. В. Караниной (Вятский государственный университет), Я. С. Михайлюка (Уральский федеральный университет), И. В. Тороповой (Уральский федеральный университет; Уральский институт управления — филиал РАНХиГС) и О. В. Котовой (Уральский государственный экономический университет) рассмотрены вопросы управления финансовыми рисками при реализации проектов, связанных с объектами культурного наследия в России. Общеизвестно, что большинство этих объектов, как официально зарегистрированных, так и ожидающих регистрации, находится в неблагоприятном физическом состоянии. Это также усугубляется институциональной несогласованностью между уровнями власти, что, в свою очередь, объясняется отсутствием или недостаточным охватом единой цифровой базой данных. Для решения этих проблем авторы предлагают проводить поэтапный подход к проведению различных мероприятий. В контексте работы с объектами культурного наследия это позволит оценивать вероятность возникновения различных типов рисков, включая: финансовые, юридические, технические и репутационные. Что наиболее значимо и практически важно, так это предлагаемая методология количественной оценки совокупного риска. Авторы также дают формулу для анализа инвестиционной целесообразности, основанной на интеграции ключевых параметров проекта и оценке факторов неопределенности. Представлены примеры использования методики в условиях ограниченного современного финансирования.

Энергетические предприятия, как известно, сами по себе являются источниками экологического риска и риска для здоровья населения, потребляя энергоносители (нефтепродукты, различные виды угля), вызывающие загрязнение атмосферы и способствуя, в частности, тепловому загрязнению водоемов. Столь

многообразное воздействие на окружающую среду и население требует постоянного мониторинга самых разнообразных рисков. Это и предопределяет интерес исследователей. Завершает рубрику «Управление рисками» статья О. В. Адарчева (Академия военных наук Российской Федерации), в которой показано, что важную роль в мониторинге рисков на энергетических предприятиях играет предоставление оперативной, наглядной и структурированной информации. Это включает в себя информацию о текущем и перспективном состоянии производственных процессов, а также об актуальных и потенциальных угрозах. Автор предлагает решать эту задачу технологическим путем интеграции информационных панелей риска в корпоративную информационную систему управления. Поскольку вопросы формирования соответствующей методики оценки, а также архитектуры системы на основе объектно-ориентированного принципа и сопутствующего пользовательского интерфейса еще не нашли комплексного отражения в научной литературе, то читателям, несомненно, будет полезно ознакомиться с представленными материалами статьи. В ней есть практика применения инструментов бизнес-аналитики в интересах управления производственными рисками. Это особо значимо в условиях импортозамещения. Рассмотрены вопросы агрегации данных автоматизированных систем управления технологическими и бизнес-процессами.

Климатические изменения, проходящие на протяжении последних лет, заставляют рассматривать не только экологические риски и риски для здоровья населения, но и тесно связанные с ними риски социального ущерба. В рубрике «Риск социальный» наши коллеги, И. Ю. Олтян и Е. В. Арефьева (Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)), в своем исследовании пришли к выводу, что в настоящее время на нашей планете многие проблемы, как техногенного, так и социального характера, подвержены воздействию климатических изменений. В частности, наблюдается значительный рост частоты и интенсивности паводковых наводнений. Это приводит к негативным последствиям и росту социального ущерба и риска. В статье представлены результаты анализа научной, методической и нормативно-технической литературы, рассмотрены терминология,

существующие методы и подходы к оценке социального риска (гибели людей) при чрезвычайных ситуациях, источниками которых являются паводковые наводнения. Это достаточно серьезная проблема, и ее решение осложнено существующими пробелами в знаниях и недостаточным использованием потенциала междисциплинарных подходов к оценке такого социального риска. Проанализировав существенный имеющийся материал, коллеги делают ряд выводов и заключений, формулируя как задачи прикладного характера, так и общую научную проблему, требующую поиска путей ее решения. Что наиболее значимо для читателей нашего журнала, так это выработка направления исследований для сбережения народа

России и обеспечения общественной безопасности. В статье приведено описание путей повышения эффективности управления индивидуальным и социальным риском ЧС на паводкоопасных территориях Российской Федерации.

Таким образом, читатели нашего журнала в этом выпуске могут получить самую последнюю информацию как о рисках экологического характера при ЧС федерального масштаба, так и том, что уже сделано для управления этими рисками. В представленном номере журнала рассмотрены и сопутствующие вопросы, имеющие прямое или опосредствованное отношение к главной теме номера «Риски экологические и для здоровья».

УДК 574.24:665.61

Научная специальность: 2.10.2

EDN CMHZZX

ISSN 1812-5220

© Проблемы анализа риска, 2025

К вопросу о последствиях разливов нефти и нефтепродуктов для здоровья человека: литературный обзор

Евстафьева Е.В.*,

Институт фундаментальной
медицины
и здоровьесбережения
ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный
университет»,
299015, Россия,
г. Севастополь, ул. Курчатова,
д. 7

АНИИ им. И.М. Сеченова,

298603, Россия, г. Ялта,
ул. Мухина, 10/3

**Кадочников Д.С.,
Грицкевич О.Ю.,**

Институт фундаментальной
медицины
и здоровьесбережения
ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный
университет»,
299015, Россия,
г. Севастополь, ул. Курчатова,
д. 7

Евстафьева И.А.

Крымский федеральный
университет
им. В.И. Вернадского,
295007, Россия,
г. Симферополь,
пр-т Академика Вернадского,
д. 4

Аннотация

Авария в Керченском проливе в декабре 2024 г. в очередной раз привлекла к себе внимание не только специалистов в области устранения технических причин и последствий техногенных аварий, но и ученых, оценивающих ущерб, наносимый природе и здоровью человека. Анализ накопленной в мировой практике информации, касающейся разнообразных аспектов этой проблемы, может способствовать лучшему пониманию ее важности, и, следовательно, представлять интерес для конструктивного решения проблемы. Целью этого обзора является анализ имеющихся сведений по последствиям прецедентов разлива нефти и нефтепродуктов в отечественной и мировой практике, а также научно-исследовательских данных, позволяющих оценить и прогнозировать возможные эффекты влияния на здоровье человека. Обзор выполнен в следующих направлениях:

- прецеденты подобных аварий в отечественной и мировой практике; характеристика нефти и нефтепродуктов и их влияние на объекты окружающей среды;
- эпидемиологические исследования последствий аварий с разливом нефти и нефтепродуктов;
- экспериментальные и натурные исследования физиологических эффектов влияния на представителей животного мира.

Ключевые слова: нефть и нефтепродукты; техногенные аварии; мониторинг; экологическое нормирование.

Для цитирования: Евстафьева Е.В., Кадочников Д.С., Грицкевич О.Ю., Евстафьева И.А. К вопросу о последствиях разливов нефти и нефтепродуктов для здоровья человека: литературный обзор // Проблемы анализа риска. 2025. Т. 22. № 4. С. 12–20. — EDN CMHZZX.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

On the Issue of the Consequences of Oil and Petroleum Product Spills for Human Health: a Literary Review

Elena V. Evstafeva*,

Institute of Fundamental
Medicine and Health
Preservation Federal State
Autonomous Educational
Institution of Higher Education
«Sevastopol State University»,
Kurchatova Str., 7, Sevastopol,
299015, Russia,
I.M. Sechenov Research
Institute,
Mukhina Str., 10/3, Yalta,
298603, Russia

Dmitry S. Kadochnikov,

Olga Yu. Gritskevich,
Institute of Fundamental
Medicine and Health
Preservation, Federal State
Autonomous Educational
Institution of Higher Education
«Sevastopol State University»,
Kurchatova Str., 7, Sevastopol,
299015, Russia

Irina A. Evstafeva,

Crimean Federal University
named after V.I. Vernadsky
Akademika Vernadsky Av., 4,
Simferopol, Russia, 295007

Abstract

The Kerch strait accident in December 2024 once again attracted the attention of not only experts in the field of eliminating the technical causes and consequences of technogenic accidents, but also scientists assessing the damage caused to nature and human health. The analysis of the information accumulated in the world practice concerning various aspects of this problem can contribute to a better understanding of its importance, and, therefore, be of interest for its constructive solution.

The aim of this review is to analyze the available information on the consequences of oil and petroleum product spill precedents in domestic and international practice, as well as scientific and research data that make it possible to assess and predict possible effects on human health. It is made in the following directions:

- precedents of such accidents in domestic and international practice; characteristics of oil and petroleum products and their impact on environmental objects.
- epidemiological studies of the consequences of oil and petroleum product spill accidents;
- experimental and field studies of the physiological effects of influence on representatives of the animal world.

Keywords: oil and petroleum products; man-made accidents; monitoring; environmental regulation.

For citation: Evstafeva E.V., Kadochnikov D.S., Gritskevich O.Yu., Evstafeva I.A. On the issue of the consequences of oil and petroleum product spills for human health: a literary review // Issues of Risk Analysis. 2025;22(4):12–20. (In Russ.). — EDN CMHZJX.

The authors declare no conflict of interest

Содержание

Введение

1. Краткий исторический обзор крупных аварий на водном транспорте и их последствий

2. Эпидемиологические исследования

3. Физиологические эффекты влияния на органы и системы

Заключение

Список источников

Введение

Технологическое развитие современного человечества при его коммерциализации, недостаточности мер безопасности и научно обоснованного регулирования создает высокий риск техногенных аварий, влекущих за собой значительный ущерб природе и здоровью населения. Недавняя техногенная авария в Керченском проливе вновь поставила на повестку дня вопрос об актуальности изучения последствий таких аварий, поскольку ликвидация тех из них, которые являются очевидными, не означает, что этим исчерпывается ущерб. Его скрытые и отдаленные проявления также должны быть основательно изучены и оценены с тем, чтобы лучше представлять объем негативных и, в определенной степени, необратимых последствий и осознать всю степень необходимости мер по предупреждению и недопущению подобных ситуаций.

1. Краткий исторический обзор крупных аварий на водном транспорте и их последствий

У аварии, произошедшей в декабре 2024 г. в Керченском проливе был аналогичный прецедент в ноябре 2007 г., но меньшего масштаба. Тогда в результате повреждения двух танкеров («Волгонефть-123» и «Волгонефть-139») в море попало около 3 тыс. тонн мазута и около 6,8 тыс. тонн технической серы. Росприроднадзор оценил ущерб окружающей среде в 6,5 млрд руб., из которых основную часть (6,1 млрд.) составил урон от разлившегося мазута, а общий ущерб был оценен в 30 млрд руб. [1].

В нашу задачу не входит оценка причин и мероприятий по ликвидации этой аварии, однако повторение ситуации в декабре 2024 г. свидетельствует о том, что механизм предупреждения таких катастроф, равно как и понимание серьезности их последствий, до настоящего времени не отработан, хотя МЧС России располагает соответствующими программами на этот счет.

Остановимся, прежде всего, на тех выводах, которые были сделаны в результате аварии 2007 г., поскольку ликвидация и оценка последствий аварии 2024 г. еще в процессе. Эколого-гигиенические аспекты аварии 2007 г. были охарактеризованы Украинским НИИ медицины транспорта Минздрава Украины совместно с Министерством здравоохранения и Госфлотинспекцией Украины. Мазут М-100, вылившийся в акваторию Азовского моря, является продуктом переработки

нефти и характеризуется высокой вязкостью, низкой текучестью и резким нефтяным запахом. В условиях низких температур мазут образует плотные массы и конгломераты. Его пары токсичны при вдыхании, особенно при высоких температурах, и представляют определенную опасность для здоровья людей при ингаляционном и перкутанном поступлении в организм. Он отнесен к опасным загрязнителям морской воды.

Помимо мазута при аварии судов в воду попало большое количество нефтепродуктов (дизельное топливо и моторное масло), льяльные воды машинно-котельных отделений, горюче-смазочных материалов и т.п. Тем не менее, результаты санитарно-химического анализа проб воздуха на месте проведения ликвидации аварии по сбору и тарированию нефтепродуктов на берегу в зоне дыхания ликвидаторов не выявили наличия летучих предельных и непредельных углеводородов нефти и других примесей в опасных концентрациях [2]. Таким образом, эколого-гигиеническая оценка соответствующих ведомств ограничилась вышеприведенной констатацией, а изучение отдаленных последствий в виде мониторинга состояния вод, влияния на морскую флору и фауну, не говоря об организме человека, не производилось.

Что известно о негативном влиянии нефти и нефтепродуктов на организм? Нефтедобывающая промышленность признается одним из лидеров среди всех отраслей промышленности по степени негативного воздействия на все компоненты окружающей среды, включая человека [3]. При этом 55% нефти составляют наиболее токсичные полициклические ароматические углеводороды [4], а кроме них – бенз(а)пирен, фенол, бензол, сернистые соединения, тяжелые металлы, поверхностно-активные вещества. Последние, являясь липофильными, легко проникают в клетки организма, трудно поддаются элиминации, а участвуя в биохимических реакциях, образуют еще более токсичные вещества [5]. Липофильностью объясняют более высокую токсичность мазута для арктических видов беспозвоночных организмов по сравнению с таковыми в умеренных широтах, где температура воды выше, а содержание липидов в организме ниже [6].

Масштабные исследования содержания токсичных веществ в городах стран Ближнего Востока и Северной Африки, которые являются глобальным центром нефтяной промышленности, показали, что бензол, тяжелые металлы, формальдегид и диоксиноподобные

соединения являются наиболее распространенными загрязнителями в городском воздухе и представляют опасность для здоровья населения, а их основными источниками являются дорожное движение, автозаправочные станции и нефтехимическая промышленность [7].

В 2005 г. был разработан протокол «Химическое реагирование на разливы нефти: Форум по исследованию экологических последствий» (CROSERF) с использованием существующих общих аналитических методов, в котором описывается стандартный способ воспроизводимого приготовления воздействующих сред, а также рекомендуются конкретные аналитические методы для сравнительных испытаний на токсичность [8]. Несмотря на это, только после нескольких крупных разливов нефти (сырой нефти или мазута № 6) были проведены исследования последствий воздействия на здоровье человека. В результате тщательного изучения всей документации и обобщения всех имеющихся данных были выявлены риски неблагоприятного воздействия на психическое, физическое/физиологическое здоровье, включая генотоксические, иммунотоксические и эндокринные эффекты [9].

Что касается непосредственного воздействия нефти и ее продуктов, то очевидным является, что ее разливы, прежде всего, могут представлять опасность для здоровья людей, участвующих в очистных работах, а также для жителей прибрежных районов, учитывая ее токсикологические свойства.

2. Эпидемиологические исследования

Как было отмечено выше, прогнозные оценки разлива нефти в зарубежных исследованиях предполагают в отношении влияния на здоровье населения прибрежных территорий достаточно большое число негативных последствий, в том числе повышенный риск госпитализации пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями из-за загрязнения в диапазоне от 5,8 до 42,0% в течение всего времени разлива [10].

Исследование прямого влияния нефтепродуктов на организм человека сопряжено со значительными трудностями. Поэтому большинство таких исследований носит эпидемиологический характер, фокусируясь на сравнении здоровья работников нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятий. Так, например, на территориях добычи

нефти наблюдается низкая рождаемость и высокая смертность [11], а также ухудшение репродуктивного здоровья [12, 13]. На этих территориях поступление компонентов нефтепродуктов в организм человека происходит трансдермальным (чаще при непосредственном контакте), ингаляционным (при вдыхании летучих органических веществ) и алиментарным (через загрязненные пищу и воду) путями через биогеохимические пищевые цепи.

Помимо более высокого уровня заболеваемости, выявлены особенности нозологического профиля у работников нефтеперерабатывающих предприятий. Так, в подгруппе со стажем работы 10–20 лет по сравнению с работниками с малым стажем трудовой деятельности на предприятии частота случаев болезней органов дыхания и костно-мышечной системы была выше в 1,9 раза, а доля новообразований и болезней эндокринной системы — в 4 раза [14].

Данные эпидемиологических исследований без идентификации конкретных химических компонентов нефти и нефтепродуктов показали слабое и неоднозначное воздействие на щитовидную железу. Так, в исследованиях с участием нефтяников, показавших в целом более низкий уровень заболеваемости и смертности, сообщалось о статистически значимом росте рака щитовидной железы. Это дало основание авторам предположить, что отсутствие детальных исследований функции щитовидной железы или рецепторов не позволило выявить субклинические эффекты, поскольку они не могут быть обнаружены, если оценка производится с помощью обычных патологий или гормональных измерений [15]. Показано, что вдыхание углеводородов может приводить к воспалительной реакции в легких, и нефтепродукты, например, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), вызывают как злокачественные, так и незлокачественные респираторные заболевания [16]. Оценка ингаляционного канцерогенного риска в результате вдыхания летучих органических соединений при добыче нефти и газа свидетельствует о высокой вероятности развития рака [17]. Сравнение токсичности широкого спектра видов дизельного топлива, включая биодизель, негативно воздействует на эпителиальные клетки дыхательных путей. Было отмечено снижение их жизнеспособности, увеличение высвобождения нескольких иммунных медиаторов [18], а также генотоксическое и апоптотическое действие [19].

Особенно опасно влияние нефти и нефтепродуктов на репродуктивную систему, что может иметь негативные последствия не только на уже подвергнувшиеся воздействию организмы, но и на будущие поколения [20]. Обзор 451 статьи, помимо риска возникновения рака у сотрудников автозаправочных станций и нефтяной промышленности, указывает также на генотоксические изменения, хромосомные и генетические аномалии [21].

Случайное проглатывание представляет собой еще один значительный риск воздействия, и в настоящее время появляется все больше доказательств того, что загрязняющие частицы могут адсорбировать на своей поверхности аллергены и потенциально усиливать аллергическую реакцию. При этом острые последствия токсичности углеводородов хорошо известны, но последствия более длительного воздействия и механизмы их токсичности требуют дальнейших исследований [22].

3. Физиологические эффекты влияния на органы и системы

Дифференцированное изучение эффектов и механизмов влияния нефти и нефтепродуктов на отдельные органы и системы организма главным образом представлено в зарубежной литературе экспериментальными исследованиями. В отечественной литературе это в основном функциональное обследование когорт, подвергающихся воздействию нефти и нефтепродуктов профессионально. Так, большое значение при динамических медицинских обследованиях сотрудников нефтеперерабатывающей промышленности придается изменению гематологических показателей, так как они весьма чувствительны к неблагоприятному воздействию продуктов переработки нефти, особенно содержащих ароматические углеводороды [23]. Исследование биохимических показателей крови у работников производств, связанных с добычей и переработкой нефти, выявило выраженное увеличение продуктов перекисного окисления липидов и эндогенной интоксикации [24].

Зарубежные экспериментальные исследования позволяют оценить большее разнообразие физиологических и других эффектов влияния нефти и нефтепродуктов. В частности, показано, что воздействие мазута при его пероральном поступлении в организм

изменяет количество циркулирующих лейкоцитов, гомеостаз эритроцитов, метаболизм печени [25], физиологию надпочечников [26], иммунитет американской норки [27], которая была использована в качестве модели морской выдры. Скармливание мазута утятам приводило к развитию гипертрофии печени и атрофии селезенки, уменьшению ростовых показателей, влияло на поведенческие реакции (ухудшало реакцию избегания), вызывало биохимические «повреждения», но не было связано со смертностью [28].

Особый интерес представляют результаты исследования нефти и мазута, распределившихся в толще воды, поскольку наиболее токсична растворенная и эмульгированная в воде нефть [29].

Спустя три месяца после аварии торгового судна на коралловом рифе вблизи острова Яп (Федеративные Штаты Микронезии) выявлены изменения в физиологическом состоянии клеток кораллов в результате влияния полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) мазута М-180 [30]. В искусственной морской воде, загрязненной нефтью, у кайр развивался конъюнктивит и язвы роговицы [31].

Выброс ПАУ в воду представляет серьезную угрозу для рыб, оказывая множественное токсическое воздействие, но наиболее выраженный эффект – нарушение электрической и сократительной активности сердца [32]. Употребление в пищу таких рыб представляет опасность, так как в их тканях накапливаются продукты распада мазута, в частности ПАУ [33]. Более того, показано, что как загрязнение мазутом гравия береговой линии, так и используемые для очистки гравия вещества вызывают тератогенные эффекты и тяжелые поражения сердечно-сосудистой системы морской медаки, которая признана образцовым видом рыб для экотоксикологических исследований в Азиатском регионе [34].

Особую настороженность вызывает тот факт, что как при остром, так и при субхроническом воздействии обнаружено повреждение ДНК у рыб, подвергшихся воздействию растворенной фракции бензина. Наиболее значительными поражениями печени у рыб, подвергшихся ее воздействию, были жировая вакуолизация, гипертрофия и очаговый некроз. Поскольку эти повреждения тканей были прогрессирующими и стойкими, их необратимость, полагают авторы, может негативно сказаться на пополнении рыб, даже у стойких хищников [35].

Заключение

Подводя итог краткому обзору научных сведений как эпидемиологического, так и экспериментального характера, об установленных и предполагаемых в результате оценки риска от влияния нефти и нефтепродуктов на организм человека следует отметить, что имеется достаточное количество фактов, убедительно свидетельствующих о его негативном и весьма опасном характере. Специфической особенностью последствий разлива нефти и мазута в морской среде при их транспортировке может быть то обстоятельство, что суммарный эффект непрямого и отдаленного влияния через употребляемую в пищу рыбу и морепродуктов может иметь более значительный ущерб, чем прямые эффекты на ликвидаторов и жителей береговой линии. Человек является конечным консументом большинства биогеохимических трофических цепей, и доля поступления поллютантов с пищей и водой, как правило, является более значительной, если только речь не идет о проживании или длительном нахождении в условиях высокого загрязнения атмосферного воздуха.

Следует иметь в виду, что в подобных случаях отдаленные последствия от аварийных разливов нефти являются менее «зрелищными», но и не менее пагубными, внося в химический прессинг, который испытывает организм человека в современных условиях химического загрязнения окружающей среды, дополнительный вклад. Он проявляется в ускоряющемся росте заболеваемости населения, который наблюдается в глобальном масштабе и находится в прямой зависимости от поступающих в окружающую среду химических загрязнителей. Для решения этой проблемы нужно, прежде всего, ясное понимание последствий, которое невозможно без мониторингирования ситуации и ее основательного изучения.

Список источников [References]

1. Воробьев Ю. Л. Системные аварии и катастрофы в техносфере России / Ю. Л. Воробьев, В. А. Акимов, Ю. И. Соколов. – М.: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2012. 308 с. ISBN 978-5-93970-075-7. EDN PIJBZL [Vorobyov Yu. L. Systemic accidents and disasters in the technosphere of Russia / Yu. L. Vorobyov, V. A. Akimov, Yu. I. Sokolov. M.: All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies EMERCOM of Russia. 2012. 308 p. ISBN 978-5-93970-075-7. EDN PIJBZL (In Russ.)]
2. Белобров Е.П., Пономаренко А. Н., Шафран Л. М., Репетей В. Д. Эколого-гигиенические аспекты ликвидации последствий гибели судов с опасными грузами на борту в Керченском проливе // Актуальные проблемы транспортной медицины. 2007. № 4 (10). С. 009–018 [Belobrov E. P., Ponomarenko A. N., Shafran L. M., Repetey V.D. Ecological and hygienic aspects of liquidation consequences of ships with dangerous goods onboard destruction in the Kerch strait // Current Problems of Transport Medicine. 2007;(4):9-18. (In Russ.)]
3. Johnston JE, Lim E, Roh H. Impact of upstream oil extraction and environmental public health: A review of the evidence. *Sci Total Environ.* 2019 Mar 20;657:187-199. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.4834>
4. Hook SE, et al. The Influence of Oil-in-Water Preparations on the Toxicity of Crude Oil to Marine Invertebrates and Fish Following Short-Term Pulse and Continuous Exposures/ Hook SE, Strzelecki J, Adams MS, Binet MT, McKnight K, Golding LA, Elsdon TS. // *Environ Toxicol Chem.* 2022 Oct;41(10):2580-2594. <https://doi.org/10.1002/etc.5437>
5. Оруджев Р.А., Джафарова Р.Э. Особенности токсического действия углеводородов нефти на организм человека // Вестник Витебского государственного медицинского университета. 2017. Т. 16. № 4. С. 8–15 <https://doi.org/10.22263/2312-4156.2017.4.8> [Orujev R. A., Jafarova R. E. The peculiarities of the toxic effect of petroleum hydrocarbons on the human organism // *Vitebsk Medical Journal.* 2017;16(4):8-15. (In Russ.) <https://doi.org/10.22263/2312-4156.2017.4.8>]
6. Van den Heuvel-Greve MJ, et al. Temperate Versus Arctic: Unraveling the Effects of Temperature on Oil Toxicity in Gammarids / Van den Heuvel-Greve MJ, Jonker MTO, Klaassen MA, Puts IC, Verbeeke G, Hoekema L, Foekema EM, Murk AJ. // *Environ Toxicol Chem.* 2024 Jul;43(7):1627-1637. <https://doi.org/10.1002/etc.5897>. Epub 2024 Jun 5.
7. Amoatey P. et al. Characterization and exposure assessment to urban air toxics across Middle Eastern and North African countries: a review / Amoatey P, Al-Mayahi A, Al-Harthy I, Al-Jabri K, Addi MN, Siddiqi SA, Sulaiman H, Al-Mamun A, Baawain MS.// *Environ Monit Assess.* 2021 Jul 28;193(8):529 <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09229-1>. PMID: 34322756 Review.
8. Dettman HD, et al. Recommendations for the advancement of oil-in-water media and source oil characterization in aquatic toxicity test studies / Dettman HD, Wade TL, French-McCay DP, Bejarano AC, Hollebone BP, Faksness LG, Mirmaghi FS, Yang Z, Loughery J, Pretorius T, de Jourdan B. // *Aquat Toxicol.* 2023 Aug;261:106582. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2023>

9. Laffon B, Pávaro E, Valdiglesias V. Effects of exposure to oil spills on human health: Updated review // *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*. 2016;19(3-4):105-28.
<https://doi.org/10.1080/10937404.2016.1168730>. Epub 2016 May 24
10. Huynh BQ et al. Public health impacts of an imminent Red Sea oil spill / Huynh BQ, Kwong LH, Kiang MV, Chin ET, Mohareb AM, Jumaan AO, Basu S, Geldsetzer P, Karaki FM, Rehkopf DH // *Nat Sustain*. 2021 Dec;4(12):1084-1091.
<https://doi.org/10.1038/s41893-021-00774-8>
11. Кенесариев У.И., Ержанова А. Е., Кенесары Д. У., Кенесары А. У. Тенденции изменения демографических показателей населения в зоне нефтегазовых месторождений Республики Казахстан // *Гигиена и санитария*. 2016. Т. 95. № 10. С. 946–949
<https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-10-946-949> [Kenesariyev U. I., Yerzhanova A. E., Kenessary D. U., Kenessary A. U. Trends of change in demographic indices of population in the area of oil and gas deposits of the republic of Kazakhstan // *Hygiene and Sanitation*. 2016;95(10):946-949. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-10-946-949>
12. Тусупкалиев А.Б., Сарсембаева Л. К., Абдрахманова А. А. Состояние здоровья женщин в нефтегазовых районах Актюбинской области // *Медицинский журнал Западного Казахстана*. 2018. № 1(57). С. 10–14 [Tussupkaliyev A. B., Sarsembayeva L. K., Abdrakhmanova A. A. Women's health condition in the oil and gas areas of Aktobe region // *Medical Journal of Western Kazakhstan*. 2018;(1):10-14. (In Russ.)]
13. Иванова М.К., Бакшаева А. Н., Кузнецова Е. П. и др. Особенности репродуктивного здоровья женщин и детей, проживающих в районах нефтедобычи // *Здоровье, демография, экология финно-угорских народов*. 2018. № 3. С. 30–35 [Ivanova M. K., Bakshaeva A. N., Kuznetsova E. P. et al. Features of women's reproductive health and health of children living in areas of oil extraction // *Health, Demography, Ecology of the Finno-Ugric Peoples*. 2018;(3):30-35. (In Russ.)]
14. Гинько И.В., Сушинская Т. М., Рыбина А. Л. Оценка влияния факторов производственной среды на здоровье работников при переработке нефти на основе анализа заболеваемости // *Медицина труда и промышленная экология*. 2019. Т. 59. № 9. С. 600–601
<https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-9-600-601> [Ginko I. V., Sushinskaya T. M., Rybina A. L. Assessment of the impact of factors of the working environment on the health of workers in oil refining based on the analysis of morbidity // *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2019;59(9):600-601. (In Russ.)
<https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-9-600-601>
15. Fowles JR, et al. Assessment of petroleum streams for thyroid toxicity / Fowles JR, Banton MI, Boogaard PJ, Ketelslegers HB, Rohde AM. // *Toxicol Lett*. 2016 Jul 8;254:52-62.
<https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2016.05.001>. Epub 2016 May 2. PMID: 27150732
16. Connellan SJ. Lung diseases associated with hydrocarbon exposure // *Respir Med*. 2017 May;126:46-51.
<https://doi.org/10.1016/j.rmed.2017.03.021>. Epub 2017 Mar 23. PMID: 28427549 Free article. Review
17. Xiong Y, Zhou J, Xing Z, Du K. Cancer risk assessment for exposure to hazardous volatile organic compounds in Calgary, Canada // *Chemosphere*. 2021 Jun;272:129650.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129650>. Epub 2021 Jan 14
18. Landwehr KR, et al. Fuel feedstock determines biodiesel exhaust toxicity in a human airway epithelial cell exposure model / Landwehr KR, Hillas J, Mead-Hunter R, Brooks P, King A, O'Leary RA, Kicic A, Mullins BJ, Larcombe AN; AusREC; and; WAERP. // *J Hazard Mater*. 2021 Oct 15;420:126637.
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126637>
19. Uski OJ, et al. The Toxic Effects of Petroleum Diesel, Biodiesel, and Renewable Diesel Exhaust Particles on Human Alveolar Epithelial Cells / Uski OJ, Rankin G, Wingfors H, Magnusson R, Boman C, Lindgren R, Muala A, Blomberg A, Bosson JA, Sandström T. // *J Xenobiot*. 2024 Oct 9;14(4): 1432-1449. <https://doi.org/10.3390/jox14040080>
20. Бакшаева А.Н., Тетелютина Ф. К., Иванова М. К. Репродуктивное здоровье женщин, его взаимосвязь с процессами добычи нефти (обзор литературы) // *Здоровье, демография, экология финно-угорских народов*. 2024. № 2. С. 83–89 [Bakshayeva A. N., Tetelyutina F. K., Ivanova M. K. Reproductive health of women, its relationship with oil production factors (literature review) // *Health, Demography, Ecology of the Finno-Ugric Peoples*. 2024;(2):83-89. (In Russ.)]
21. Muda I, et al. Associated health risk assessment due to exposure to BTEX compounds in fuel station workers / Muda I, Mohammadi MJ, Sepahvad A, Farhadi A, Fadhel Obaid R, Taherian M, Alali N, Chowdhury S, Farhadi M. // *Rev Environ Health*. 2023 Mar 14;39(3):435-446.
<https://doi.org/10.1515/reveh-2023-0012>

22. Connellan SJ. Lung diseases associated with hydrocarbon exposure // *Respir Med*. 2017 May;126:46-51. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2017.03.021>
23. Слепцова А.И., Бакиров А.Б., Масыгутова Л.М. Состояние периферической крови как показатель ранних нарушений здоровья у работников современных предприятий добычи и переработки нефти. Современное состояние вопроса // *Здоровье населения и среда обитания – ЗНИСО*. 2017. № 11. С. 25–29 <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-296-11-25-28> [Sleptsova A. I., Bakirov A. B., Masyagutova L. M. Condition of the peripheric blood as the indicator of early disturbances of health at workers modern enterprises to getting and oil refining. current state of the question // *Public Health and Life Environment – PH&LE*. 2017;(11):25-29. (In Russ.) <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-296-11-25-28>]
24. Тимашева Г.В., Бадамшина Г.Г., Гимранова Г.Г. Сравнительная оценка биохимических показателей состояния здоровья работников производств, связанных с добычей и переработкой нефти // *Пермский медицинский журнал*. 2010. Т. 27. № 5. С.138–142 [Timasheva G. V., Badamshina G. G., Gimranova G. G. Comparative estimation of biochemical indices of health state in workers of oil extraction and processing-related industries // *Perm Medical Journal*. 2010;27(5):138-142. (In Russ.)]
25. Schwartz JA, et al. Chronic fuel oil toxicity in American mink (*Mustela vison*): systemic and hematological effects of ingestion of a low-concentration of bunker C fuel oil. Schwartz JA, Aldridge BM, Lasley BL, Snyder PW, Stott JL, Mohr FC. // *Toxicol Appl Pharmacol*. 2004 Oct 15;200(2):146-58. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2004.04.004>
26. Mohr FC, Lasley B, Bursian S. Fuel oil-induced adrenal hypertrophy in ranch mink (*Mustela vison*): effects of sex, fuel oil weathering, and response to adrenocorticotrophic hormone. *J Wildl Dis*. 2010 Jan;46(1):103-10. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-46.1.103>.
27. Schwartz JA, Aldridge BM, Stott JL, Mohr FC. Immunophenotypic and functional effects of bunker C fuel oil on the immune system of American mink (*Mustela vison*). // *Vet Immunol Immunopathol*. 2004 Oct;101(3-4):179-90. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2004.04.015>
28. Szaro RC, Hensler G, Heinz GH. Effects of chronic ingestion of No. 2 fuel oil on mallard duckling // *J Toxicol Environ Health*. 1981 May;7(5):789-99. <https://doi.org/10.1080/15287398109530020>
29. Gomes A, et al. Biodegradation of water-accommodated aromatic oil compounds in Arctic seawater at 0 °C. / Gomes A, Christensen JH, Gründger F, Kjeldsen KU, Rysgaard S, Vergeynst L. // *Chemosphere*. 2022 Jan;286(Pt 3):131751. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131751>
30. Downs CA et al. Cellular physiological effects of the MV Kyowa violet fuel-oil spill on the hard coral, *Porites lobate* / Downs CA, Richmond RH, Mendiola WJ, Rougée L, Ostrander GK // *Environ Toxicol Chem*. 2006 Dec;25(12):3171-80. <https://doi.org/10.1897/05-509r1.1>.
31. Fiorello CV, et al. Ophthalmic effects of petroleum dispersant exposure on common murre (*Uria aalge*): An experimental study / Fiorello CV, Freeman K, Elias BA, Whitmer E, Ziccardi MH. // *Mar Pollut Bull*. 2016 Dec 15;113(1-2):387-391. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.10.027>
32. Abramochkin DV et al. Tricyclic hydrocarbon fluorene attenuates ventricular ionic currents and pressure development in the navaga cod. / Abramochkin DV, Filatova TS, Kuzmin VS, Voronkov YI, Kamkin A, Shiels HA. // *Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol*. 2023 Nov;273:109736. <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2023.109736>
33. Ouro-Sama K, et al. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) Contamination in *Chrysichthys nigrodigitatus* Lacepede, 1803 from Lake Togo-Lagoon of Aneho, Togo: Possible Human Health Risk Suitable to Their Consumption / Ouro-Sama K, Tanouayi G, Solitoke HD, Barsan N, Mosnegutu E, Badassan TE, Agbere S, Adje K, Nedeff V, Gnandi K. // *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Jan 17;20(3):1666. <https://doi.org/10.3390/ijerph20031666>
34. Ju Z, et al. Stranded heavy fuel oil exposure causes deformities, cardiac dysfunction, and oxidative stress in marine medaka *Oryzias melastigma* using an oiled-gravel-column system. / Ju Z, Li X, Li X, Liang C, Xu Z, Chen H, Xiong D. // *Fish Physiol Biochem*. 2025 Feb;51(1):29. <https://doi.org/10.1007/s10695-024-01437-z>
35. Santos RM, et al. Acute and subchronic effects of petroleum on the freshwater fish *Hoplias aff. Malabaricus*/ Santos RM, Petry AC, Sousa VL, Souza HO, Azevedo A, Soares AR, Weber LI. // *Braz J Biol*. 2022 Jan 7;84: e253731. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.253731>. eCollection 2022

Сведения об авторах

Евстафьева Елена Владимировна: доктор биологических наук, доктор медицинских наук, профессор Института фундаментальной медицины и здоровьесбережения ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», главный научный сотрудник ГБУЗ РК «АНИИ им. И. М. Сеченова»

Количество публикаций: более 300

Область научных интересов: экологическая физиология и медицина, биогеохимия, оценка влияния химических и физических факторов на экосистемы и организм человека; экологическое нормирование

ORCID: 0000-0002-8331-4149

SPIN-код: 2768-1760

Контактная информация:

Адрес: 298603, г. Ялта, ул. Мухина, 10/3

e.evstafeva@mail.ru

Кадочников Дмитрий Сергеевич: доктор медицинских наук, доцент, директор Института фундаментальной медицины и здоровьесбережения ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», по внутреннему совместительству заведующий кафедрой «Фундаментальная медицина, здравоохранение и здоровьесбережение»

Количество публикаций: более 100

Область научных интересов: научные основы оценки вреда здоровью от действия биологических факторов, актуальные проблемы организации производства судебных экспертиз, организационные основы высшего медицинского образования

ORCID: 0000-0002-4077-7805

SPIN-код: 9526-1828

Контактная информация:

Адрес: 299015, г. Севастополь, ул. Курчатова, д. 7

dskadochnikov@mail.sevsu.ru

Грицкевич Ольга Юрьевна: заместитель директора по учебно-научной работе Института фундаментальной медицины и здоровьесбережения ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», по внутреннему совместительству доцент кафедры «Фундаментальная медицина, здравоохранение и здоровьесбережения»

Количество публикаций: более 30

Область научных интересов: научные основы оценки вреда здоровью от действия биологических факторов; применение методов молекулярной генетики в медицине; исследование эпигенетических явлений наследственности и изменчивости

ORCID: 0000-0002-0312-9972

SPIN-код: 5305-7655

Контактная информация:

Адрес: 299015, г. Севастополь, ул. Курчатова, д. 7

oygritskevich@mail.sevsu.ru

Евстафьева Ирина Андреевна: кандидат биологических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»

Количество публикаций: более 80

Область научных интересов: изучение влияния химических факторов на организм человека, спортивная физиология

ORCID: 0000-0002-8658-8241

SPIN-код: 4726-9015

Контактная информация:

Адрес: 295007, г. Симферополь, пр-т Академика Вернадского, 4

irinaevst76@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 10.06.2025

Одобрена после рецензирования: 10.07.2025

Принята к публикации: 14.07.2025

Дата публикации: 29.08.2025

The article was submitted: 10.06.2025

Approved after reviewing: 10.07.2025

Accepted for publication: 14.07.2025

Date of publication: 29.08.2025

Журнал
выпускается
1 раз в 2 месяца
в двух форматах



Подписаться на журнал

Концепция научного журнала основывается на представлении всего спектра исследований риска

На страницах журнала публикуются статьи фундаментального и прикладного характера, как правило, междисциплинарные и многоплановые, посвященные проблемам анализа и управления рисками различного происхождения и характера

Стать автором журнала

Прием статей,
оформленных
в соответствии
с инструкцией
для авторов

Все статьи
проходят
рецензирование
у одного или двух
экспертов

Проверка
присланных
материалов
на плагиат

Возможна доработка
или переработка
статьи
по результатам
рецензирования

Решение
о публикации
статьи

Срок рассмотрения статьи на предмет публикации в журнале

45 дней

УДК 504.064:576.8

Научная специальность: 2.10.2

EDN NNIEJF

ISSN 1812-5220

© Проблемы анализа риска, 2025

Биогеохимическая технология для управления рисками при очистке загрязненного мазутом побережья Черного моря¹

Васильева Г.К.,
Башкин В.Н.*

Институт физико-химических
и биологических проблем
почвоведения РАН,
142292, Россия,
Московская обл., г. Пушкино,
ул. Институтская, д. 2-2

Аннотация

Разработана биогеохимическая технология очистки загрязненного мазутом пескогрунта на побережье Черного моря для снижения рисков загрязнения окружающей среды после крушения танкеров в Керченском проливе в декабре 2024 г. Описан соответствующий технологический регламент, представлены примеры практического использования разработанной технологии.

Ключевые слова: Керченский пролив; разлив мазута; биогеохимическая экстракционная технология; очистка пескогрунта; побережье Черного моря.

Благодарности: авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории физико-химии почв и биогеохимических технологий ИФХИБПП РАН: к.б.н. Е.Р. Стрижаковой, к.б.н. А.В. Ланкину, Л.В. Семенович, к.б.н. Л.И. Ахметову (Институт физиологии и биохимии микроорганизмов РАН) и к.б.н. Л. Херрера (ООО «СМАРТ ОЙЛ ТЕХНОЛОГИИ») за помощь в проведении экспериментов.

Для цитирования: Васильева Г.К., Башкин В.Н. Биогеохимическая технология для управления рисками при очистке загрязненного мазутом побережья Черного моря // Проблемы анализа риска. 2025. Т. 22. № 4. С. 22–32. — EDN NNIEJF.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

¹ Работа выполнена в рамках темы Миннауки РФ: Биогеохимические процессы трансформации минерального и органического вещества в почвах на различных стадиях эволюции биосферы и техносферы – 121041500050-3.

Biogeochemical Technology for Risk Management During Cleaning of the Black Sea Coast Contaminated With Fuel Oil²

**Galina K. Vasilyeva,
Vladimir N. Bashkin*,**

Institute of Physicochemical
and Biological Problems
in Soil Science RAS,
Institutskaya str., 2-2,
Pushchino, Moscow region,
142290, Russia

Abstract

A biogeochemical technology has been developed for cleaning sand ground contaminated with fuel oil on the Black Sea coast following an accidental spill in December 2024. The corresponding technological regulations are described, and examples of the practical use of the developed technology are given.

Keywords: Kerch strait; fuel oil spill; biogeochemical extraction technology; remediation of sand and soil; Black sea coast.

Acknowledgments: the authors express their gratitude to the employees of the Laboratory of Soil Physical Chemistry and Biogeochemical Technologies IFHIBPP RAS: Ph.D. biosciences E.R. Strizhakova, Ph.D. biosciences A.V. Lankin, L.V. Semenovich, Ph.D. biosciences L.I. Akhmetov (Institute of Physiology and Biochemistry of Microorganisms of the Russian Academy of Sciences) and Ph.D. biosciences L. Herrera (LLC "SMART OIL TECHNOLOGY") for assistance in conducting experiments.

For citation: Vasilyeva G.K. Bashkin V.N. Biogeochemical technology for risk management during cleaning of the Black sea coast contaminated with fuel oil // Issues of Risk Analysis. 2025;22(4):22–32. (In Russ.) — EDN NNIEJE.

The authors declare no conflict of interest

Содержание

Введение

1. Ремедиация почв и грунтов, загрязненных нефтью и нефтепродуктами

2. Технологический регламент разработанной биогеохимической технологии очистки песчаного грунта Черноморского побережья после разлива мазута в Керченском проливе

Список источников

² The work was carried out within the framework of the theme of the Ministry of Science of the Russian Federation: Biogeochemical processes of transformation of mineral and organic matter in soils at various stages of the evolution of the biosphere and technosphere – 121041500050-3.

Введение

Загрязнение Мирового океана, прибрежных акваторий и побережья нефтью и нефтепродуктами (НП) происходит регулярно. Ежегодно в Мировой океан попадает от 0,5 до 11 млн тонн нефти и нефтепродуктов. Первый по значимости (около 50%) канал поступления нефти имеет природное происхождение и объясняется в основном ее выходом из трещин и разломов морского дна. Помимо этого, поступление нефти и нефтепродуктов в Мировой океан происходит в результате утечек при подводном бурении (в среднем по две аварии на каждые 1 тыс. скважин ежегодно), а также вследствие аварийных разливов при крушении танкеров и из-за несанкционированных сбросов нефтепродуктов с морских судов. Значительное количество НП попадает в морские воды вместе с речным и канализационным стоками [1].

В настоящее время ежегодно из нормального функционирования выводится 120 млн км² морской поверхности, т.е. 1/6 часть Мирового океана, поскольку одна тонна пролитой нефти способна покрыть поверхности моря на площади около 12 км². По существующим данным, сейчас более 20% поверхности Мирового океана загрязнено нефтью, что сопровождается такими последствиями, как:

- снижение уровня освещенности толщи воды;
- перегрев верхнего слоя;
- снижение газообмена и содержания кислорода в воде;
- накопление в морской воде водорастворимых компонентов нефти, ядовитых для фитопланктона и рыбы, особенно для мальков и икры (для гибели большинства рыб достаточно средней концентрации НП в воде 0,01 мг/л);
- ухудшение качества морепродуктов и рыбы;
- загрязнение поверхности побережья тяжелыми фракциями нефти может отрицательно повлиять на береговую фауну;
- увеличение частоты образования циклонов;
- образование нефтяной пленки на поверхности океана может привести к климатическим изменениям в регионе. Например, образование такой пленки в Индийском океане, где проходило большинство судов после закрытия Суэцкого канала, снизило испарение воды в три раза, что стало причиной засушливого периода в прилегающих районах.

Как следствие, ущерб от нефти на порядок превышает все остальные загрязнения в морях и океанах.

Рассмотрим примеры наиболее значимых аварий, произошедших в последнее время в Мировом океане.

Разлив нефти из танкера компании Exxon Valdez у берегов Аляски произошел 24 марта 1989 г. В воду попало более 38 тыс. тонн нефти. На ликвидацию последствий этой экологической катастрофы было потрачено 2,5 млрд долл.

Авария на танкере «Престиж» у берегов Испании в 2002 г. произошла при его проходе через Бискайский залив. Судно попало в сильный шторм возле берегов Галисии, в корпусе образовалась трещина длиной 35 м, из которой стал вытекать мазут — до 1 тыс. тонн в сутки. Испанские береговые власти отказали судну зайти в ближайшие к месту аварии порты. Была предпринята попытка отбуксировать судно в ближайшие порты Португалии, однако эта страна также запретила вход танкера в свои воды. Аварийное судно было отбуксировано в море, в результате чего корабль раскололся на две части и затонул в 210 км от берега. Останки корабля легли на грунт на глубине около 3,7 тыс. м, а в море вылилось более 77 тыс. тонн мазута. Нефтяное пятно растянулось на тысячи километров вдоль береговой линии, тем самым нанеся огромный урон всей морской и береговой фауне, а также местной рыбной промышленности³.

Разлив нефти стал самым масштабным экологическим бедствием за всю историю Испании и Западной Европы. В результате катастрофы оказались поражены тысячи километров Атлантического побережья Европы. Над ликвидацией последствий аварии работали 300 тыс. добровольцев со всей Европы. Общий ущерб от катастрофы оценивался в 12 млрд долл. Кроме того, у испанских рыбаков, принимавших участие в очистке побережья, наблюдались генетические нарушения и заболевания легких⁴.

Авария танкера «Волгодонск-139» произошла 11 ноября 2007 г. при 6–7 балльном шторме в Керченском проливе, где в общей сложности пострадало 13 судов. При аварии танкера в акваторию вылилось 2 тыс. тонн мазута. Кроме того, затонули три российских сухогруза, на которых находилось около 7 тыс.

³ Выброс нефти из танкера «Престиж» / URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 19.05.2025).

⁴ Там же.

тонн гранулированной серы. Поскольку суда-нефтесборщики при сильном волнении моря работать не могут, то весь мазут пошел ко дну и несколько лет поддерживал повышенный фон содержания НП в воде. Часть мазута была выброшена на берег, загрязнив береговую полосу длиной в десятки км. Этот мазут был собран и вывезен.

Взрыв нефтяной платформы Deepwater Horizon, принадлежавшей компании British Petroleum (BP), произошел 20 апреля 2010 г. в Мексиканском заливе, в 80 км от побережья штата Луизиана, США. Затем эта авария переросла в техногенную катастрофу (сначала локального, затем регионального масштаба) с негативными последствиями для экосистемы региона на десятилетия вперед. В результате взрыва на платформе погибло 11 человек, а в море вылилось в общей сложности более 4 млн баррелей нефти. Из-за гигантских убытков, понесенных в результате происшествия, компания BP была вынуждена продавать активы по всему миру. Суммарный ущерб оценили в 20 млрд долл. с уплатой соответствующего штрафа для возмещения убытков для экологии региона⁵.

Аварийный разлив мазута в Керченском проливе произошел утром 15 декабря 2024 г. из-за крушения двух танкеров, «Волгонефть-212» и «Волгонефть-239», которые перевозили топочный мазут М-100. Причиной аварийной ситуации стало разрушение корпусов танкеров, предназначенных для перевозки грузов в реках и водохранилищах, после их незаконного выхода в открытое море во время пятибалльного шторма. Из-за штормовой погоды не удалось быстро откачать оставшийся в танкерах мазут, в результате чего из 9,2 тыс. тонн перевозимого мазута около 7,7 тыс. тонн оказалось в акватории Азовского и Черного морей, а общая площадь разлива в морской акватории уже в первые месяцы достигла 400 км². При этом, значительные объемы мазута оказались выброшенными на берег, где пропитали прибрежный песок и гальку глубиной до нескольких метров, а в некоторых местах были загрязнены и прибрежные скальные породы. К середине января 2025 г. мазутом было загрязнено около 54 км береговой линии Краснодарского края и 15 км побережья Крыма⁶.

⁵ Разлив нефти на Deepwater Horizon / URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 19.05.2025)

⁶ Разлив мазута в Керченском проливе / URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 05.05.2025)

Из-за сильного загрязнения в акватории Черного моря в общей сложности погибло около 70 дельфинов и пострадали десятки тысяч птиц, из которых более 10 тыс. птиц погибло, несмотря на все усилия волонтеров по их спасению. Значительный ущерб был нанесен придонным организмам — водорослям и моллюскам, которые служат кормовой базой для рыб, таким как черноморские бычки, камбала и кефаль. Через рыбу токсичные вещества могут попадать в организмы морских млекопитающих, птиц и человека. Мазут содержит мощные канцерогены (полициклические ароматические углеводороды), а также может оказывать токсическое действие на разные органы человека, поражая кожу, дыхательную систему, печень и центральную нервную систему.

В период повышения температуры морской воды в весенне-летний сезон отрицательные экологические последствия разлива мазута у побережья Черного моря будут только усиливаться. Это может быть связано с несколькими факторами, обусловленными повышением температуры воды:

- снижение вязкости мазута будет способствовать переходу мазута в жидкую консистенцию, что приведет к образованию водонефтяных эмульсий и их распространению на большие расстояния;
- повышение растворимости в воде ряда компонентов мазута приведет к увеличению концентрации таких опасных поллютантов как бенз(а)пирен и других канцерогенных представителей полициклических ароматических углеводородов;
- активация процессов микробного разложения компонентов мазута (в первую очередь углеводородов нефти) аборигенными микроорганизмами-деструкторами углеводородов, которые, как правило, всегда присутствуют в морской воде.

В наших исследованиях было продемонстрировано накопление в почве промежуточных продуктов микробного разложения углеводородов нефти (алифатические и ароматические спирты, альдегиды, кетоны, кислоты), которые обладают более высокой токсичностью, водорастворимостью и способностью мигрировать по почвенному профилю. И только проведение очистки почв предлагаемым нами методом сорбционной биоремедиации снижает вероятность миграции этих токсичных метаболитов в грунтовые воды, что позволяет ликвидировать последствия аварийных разливов нефти в условиях *in situ*, т.е. непосредственно

на загрязненных участках [2]. По-видимому, в водной среде будут происходить аналогичные процессы накопления токсичных метаболитов. Поэтому с повышением температуры воды в Черном море высока вероятность процессов, приводящих к повышению токсического воздействия воды на морские организмы.

Таким образом, учитывая все отрицательные последствия, разлив мазута в Керченском проливе в декабре 2024 г. был признан самой серьезной экологической катастрофой России с начала XXI века. В конце года был объявлен режим чрезвычайной ситуации (ЧС) федерального уровня⁷. Это потребовало принятия срочных мер для ликвидации отрицательных последствий ЧС.

В настоящее время для снижения рисков загрязнения окружающей среды после аварийного разлива мазута в Керченском проливе необходимо решить такие задачи, как разработка технологий мониторинга и предотвращения распространения мазута в морской акватории, а также поиск способов удаления мазутных линз из толщи воды, с ее поверхности и со дна Черного моря. Необходимо решение проблем контроля за содержанием вредных веществ в воде и грунте как химическими методами анализа, так и методами биотестирования, а также разработка программ для предсказания путей дальнейшего распространения мазута и продуктов его трансформации в акватории Черного моря. За этим процессом можно наблюдать с помощью биотестов, например, с помощью морских двусторчатых моллюсков. Этот метод подробно описан в литературе, он быстрый и удобный, им пользуются, когда необходимо доказать эффективность проведенных мероприятий по очистке морских водных объектов. В настоящее время в некоторых местах акватории Черного моря уже налажена система мониторинга за токсичностью воды в прибрежной зоне, чтобы прогнозировать вероятность их токсического воздействия на морских обитателей и человека.

Одной из важнейших задач на этом этапе является поиск наиболее эффективных технологий очистки от мазута песка, грунта и ракушечника и/или способов непосредственной утилизации загрязненного грунта.

Топочный мазут М-100 представляет собой остаточную фракцию атмосферной перегонки нефти

с температурой кипения выше 350 °С. Он используется как энергетическое топливо, источник сырья для нефтехимии и для производства смазочных масел. Мазут представляет собой густую темно-коричневую маслянистую жидкость с температурой застывания от 10 до 40 °С. В его состав входят высококипящие углеводороды с молекулярной массой 400–1000 а.е.м., которые составляют примерно половину его объема. Остальная часть приходится на нефтяные смолы, асфальтены и другие органические соединения, содержащие S, N, O и металлы (V, Ni, Fe, Mg, Na, Ca)⁸.

При температуре ниже 25 °С мазут обычно приобретает твердую консистенцию, что позволило в течение первых зимне-весенних месяцев провести частичную очистку песка от кусков мазута непосредственно на пляжах Анапы и Крыма путем его просеивания ручным или механизированным способом с помощью вибросита. Основная часть загрязненного грунта была вывезена на специально оборудованный полигон, расположенный в промзоне под Анапой, и частично — на полигон в Ростовской области. В результате было собрано более 165 тыс. тонн загрязненного песка, содержащего до 15–17% мазута, а также ракушечника и гальки, смешанных с кусками мазута. Эти грунты требуют принятия срочных мер для соответствующей очистки с использованием различных подходов.

Цель этой публикации — анализ различных существующих технологий очистки почв и грунтов от нефти и нефтепродуктов, а также предварительное описание разработанной нами безотходной биогеохимической технологии очистки песчаного грунта Черноморского побережья.

1. Ремедиация почв и грунтов, загрязненных нефтью и нефтепродуктами

Одной из важнейших задач современности является поиск наиболее эффективных технологий, обеспечивающих очистку загрязненных компонентов экосистем: почвы, почвогрунта, донных отложений. В наших публикациях описаны соответствующие подходы к разработке таких технологий [2, 3–8]. В работе [9] представлены новые способы и оборудование для очистки и обезвреживания нефтезагрязненных почв.

⁷ Разлив мазута в Керченском проливе / URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 05.05.2025).

⁸ Мазут // Химическая энциклопедия / URL: <https://xumuk.ru/encyklopedia/> (дата обращения: 05.05.2025).

В настоящее время существует большое разнообразие современных методов ремедиации и рекультивации почв и грунтов, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Небиологические методы *ex situ* включают следующие технологии: 1) *термическую десорбцию* нефтепродуктов горячим паром; 2) *сжигание грунта*, насыщенного нефтепродуктами, на специальных установках; 3) *промывку грунта* подогретой водой с добавками реагентов: поверхностно-активных веществ (ПАВ) или углеводородных растворителей.

К новым небиологическим методам, которые можно применять в условиях *in situ*, относятся такие технологии как очистка почвы от нефтепродуктов с помощью *высокочастотного ультразвука*, при котором происходит ионизация и активация молекул, стимулирующих окисление и полимеризацию углеводородов. Также предложен *метод электрохимической обработки* загрязненной почвы путем пропускания через почву электрического тока (погружение электродов в почву непосредственно на загрязненном участке), что способствует перемещению поллютантов по направлению к электродам, где их собирают и изолируют. Одним из эффективных способов *in situ* считается локализация поллютантов путем *обваловки загрязненного участка* или его *огораживания непроницаемым или полупроницаемым барьерами* (механическими, сорбционными, восстановительными, гидрохимическими и т.д.), способствующими связыванию токсичных поллютантов или их трансформации в безвредные соединения. Наибольший положительный эффект от использования этого метода наблюдается при очистке почв, бедных гумусом, с высокой водопроницаемостью, при загрязнении гидрофобными ксенобиотиками, в частности, углеводородами нефти [9].

К биологическим методам очистки относятся методы биоремедиации, которые также можно осуществлять как в условиях *ex situ* (компостирование в буртах или в биореакторах), так и *in situ* (ландфарминг). При этом в грунте создаются условия для активации углеводород-окисляющих микроорганизмов (УОМ), как аборигенных, так и интродуцированных (в виде биопрепаратов на основе выделенных штаммов УОМ или их композиций), за счет оптимизации гидро-термических условий и рН среды, аэрации, внесения источников основных биофильных элементов в виде минеральных или органических удобрений.

В настоящее время разработаны сотни биопрепаратов на основе выделенных микробных штаммов УОМ или их смесей.

В то же время, эффективность биопрепаратов в сильно загрязненной почве невысока. В наших публикациях было показано, что в случае повышенного уровня загрязнения скорость биodeградации углеводородов нефти можно повысить за счет применения сорбционно-биологического метода очистки, основанного на дополнительном внесении оптимальных форм и доз сорбентов, обеспечивающих преимущественно обратимую сорбцию поллютантов, которые остаются доступными для микробного разложения на заключительных стадиях процесса биоремедиации [3–8].

При разработке аналогичных методов с целью очистки пескогрунта на Черноморском побережье после аварийного разлива мазута следует учитывать, что большинство ранее разработанных методов предназначалось для ликвидации последствий разлива нефти или нефтепродуктов на основе средних и легких фракций нефти, в то время как топочный мазут существенно отличается по составу и свойствам его компонентов. Сложный состав мазута, состоящего из тяжелых углеводородов и смолисто-асфальтеновой фракции, резко снижает возможность его микробной деградации в объектах окружающей среды. Кроме того, для очистки пляжных территорий наиболее предпочтительны методы ремедиации в условиях *ex-situ* из-за длительности процессов биodeградации компонентов мазута, а также вследствие повышенного риска вертикальной и/или горизонтальной миграции токсичных компонентов и других поллютантов в случае удаления нефтепродуктов непосредственно на загрязненном участке.

В этом случае для очистки вывезенного на полигоны пескогрунта наиболее перспективно применение комплексных биогеохимических технологий, сочетающих в себе различные подходы. К таким технологиям можно отнести разработанную нами безотходную технологию отмывки загрязненного пескогрунта (включая мелкие частицы ракушечника и гальки) путем его отмывки с помощью водной эмульсии дизельного топлива и последующей откачки разделившейся легкой фракции (раствор мазута в дизельном топливе) с помощью насосов и дальнейшего декантирования водной фракции с очищенного пескогрунта. При необходимости можно провести доочистку песка путем

промывки горячей водой с раствором ПАВ, а также методом биоремедиации.

Дополнительная очистка образовавшейся водной фракции осуществляется в условиях биореактора за счет активации аборигенных микроорганизмов-нефтедеструкторов путем инкубирования при оптимальной температуре и дополнительной аэрации с добавлением основных биофильных элементов (NPK). Доказано, что в природных водах Черного моря, как правило, присутствуют аборигенные углеводород-окисляющие микроорганизмы, накопление которых произошло вследствие многолетнего процесса адаптации микрофлоры в результате регулярного поступления углеводородных соединений, поэтому дополнительного внесения биопрепаратов в этом случае не требуется.

В результате применения такой технологии получают три компонента: 1) мазутно-дизельную фракцию, которую направляют на нефтеперегонное предприятие для разделения на исходные компоненты; 2) малотоксичную водную фракцию и 3) очищенный песок. В наших экспериментах с помощью этой технологии концентрации нефтяных загрязнителей в пескогрунте, доставленном с побережья Анапы, снизились с 5,1–5,5 до 0,1–0,5% (в зависимости от кратности отмывки), а фито- и биотоксичность водной фракции после ее обработки в биореакторе не превышала 10–15%. Полученный таким образом очищенный песок может быть использован для строительных работ, изготовления цементно-бетонных блоков либо в качестве грунта для выращивания декоративных растений.

Аналогичная технология, которая легла в основу описанного метода, ранее была использована на практике компанией ER-PETROEQUADOR при участии к.б.н. Луиса Херрера для ликвидации нефтеразливов и нефтешламовых амбаров в джунглях Амазонского бассейна на территории Эквадора в Южной Америке. В этой стране после ухода американской нефтедобывающей компании TEXACO к 1990 г. было зарегистрировано более 800 мест нефтеразливов, загрязненных выветренной нефтью, и более 1,5 тыс. нефтешламовых амбаров, что оказало резко отрицательное влияние на экологическую ситуацию в стране [10, 11].

В рамках разработки программ по восстановлению природных комплексов бассейна р. Амазонки компанией ER-PETROEQUADOR была разработана технология биоремедиации и рекультивации

нефтезагрязненных грунтов и нефтешламов. Эта комплексная технология состоит из двух этапов. Она основана на отмывке нефтешламов подогретой водой с добавками реагентов и последующей доочистке частично отмытого грунта методом биоремедиации путем его инкубирования в гуртах с добавками биопрепарата БИОЛ: смесь выделенных из загрязненных почв штаммов УОМ и ферментированные в анаэробных условиях листья амазонской крапивы (*Urticaceae*) и пуэрарии (*Pueraria phaseloides*).

В ходе выполнения программы был разработан и внедрен в производство технологический комплекс переработки нефтешламов и нефтезагрязненных почв, включающий их разделение на твердую, жидкую и нефтяную фазы и биологическую доочистку твердой фазы с применением биопрепарата БИОЛ. Практическое внедрение технологического комплекса позволило обезвредить 2,1 тыс. м³ нефтезагрязненных грунтов. Очищенная почва была использована для засыпки ликвидированных нефтешламовых амбаров и для посадки растений на рекультивированных участках.

Отмывка сильно загрязненного нефтешлама (содержание углеводов до 15–22%) на первом этапе проводилась двумя методами: либо (1) с помощью водного раствора поверхностно-активных веществ (ПАВ), либо (2) с помощью эмульсии дизельного топлива. На первом этапе концентрация углеводов в нефтешламах была снижена до 4,0–4,5%, а на следующем этапе, в ходе последующей биоремедиации грунта в буртах, содержание углеводов в твердой фазе через 4,5 мес. снижалось до <0,1%, т.е. ниже допустимого уровня УВН в почвах Эквадора.

Суть этой технологии и ее применение частично описаны в кандидатской диссертации Л. А. Херрера-Альварадо [10], а также в нашей совместной работе [11], хотя данные по первоначальной отмывке нефтешламов с помощью эмульсии дизельного топлива там не приведены. На рисунке 1 показан процесс очистки и вид установки, используемой для отмывки нефтешламов в бассейне р. Амазонки в Эквадоре.

Собранная нефтяная фракция была сдана на нефтепереработку, а вода после доочистки с помощью биопрепарата была отправлена на водоочистные сооружения. Аналогичная технология была применена и для очистки нефтешламов в России в местах нефтедобычи компании Башнефть-Уфанефтехим [10]. Приведенные данные указывают на то, что разработанная



Рис. 1. Применение технологии биоремедиации и рекультивации нефтезагрязненных грунтов и нефтешламов в бассейне реки Амазонки на территории Эквадора [10]

Figure 1. Application of bioremediation and reclamation technology for oil-contaminated soils and oil sludge in the Amazon River basin in Ecuador [10]

технология очистки нефтешламов от тяжелых фракций нефти может быть достаточно эффективна в случае ее применения для очистки песка, загрязненного мазутом.

2. Технологический регламент разработанной биогеохимической технологии очистки песчаного грунта Черноморского побережья после разлива мазута в Керченском проливе

Предлагаемый метод комплексной биогеохимической технологии очистки песка и других грунтов от мазута состоит в:

- 1) отмывке мазута с помощью эмульсии дизельного топлива с последующим откачиванием насосами верхнего слоя в виде раствора мазута в дизельном топливе и его утилизации на нефтеперерабатывающем заводе;
- 2) очистке водной фракции путем активации аборигенных углеводород-окисляющих микроорганизмов при инкубировании в биореакторе с добавками биофильных элементов;
- 3) в использовании отмытого песка для различных строительных и/или агротехнологических целей.

Для применения технологии потребуется установка временного ангара, в котором будет проходить отмывка песка на специальной мобильной установке. Кроме того, потребуется простейшее оборудование в виде больших емкостей, в которых загрязненный пескогрунт перемешивается с дизельной эмульсией,

а после отстаивания верхний слой (раствор мазута в дизельном топливе) откачивается насосами и отправляется на нефтеперегонку. Для отмывки песка потребуется примерно равный объем дизельного топлива и пятикратный объем воды, однако водную фракцию после отделения от песка и мазута можно использовать повторно.

В настоящее время технология отработана на примере образцов песка и грунта, отобранного на Черноморском побережье под Анапой в середине января 2025 г. При этом суммарная концентрация углеводородов и смолисто-асфальтеновой фракции в песке снизилась с 5,1 до 0,1–0,5_{масс.} %. Имеется установка, которая прошла апробацию при проведении работ по очистке территории, загрязненной выветренной нефтью.

Состав работ

На рисунке 2 представлен разработанный технологический процесс очистки песка от мазута. Он включает в себя следующие технологические операции:

1. Отсеивание замазученного песка от кусков мазута на вибросите.
2. Перемешивание замазученного песка/грунта с эмульсией дизельного топлива и откачивание мазутной фракции с поверхности с помощью насосов или декантирование всей жидкой фракции с последующим ее разделением на специальном оборудовании.



Рис. 2. Схематическое изображение биогеохимической технологии очистки загрязненного мазутом грунта для управления экологическими рисками

Figure 2. Scheme of biogeochemical technology for cleaning fuel oil contaminated sandy soil for environmental risk management

3. Повторная обработка песка (от трех до пяти раз в зависимости от исходного уровня загрязнения) до полного осветления верхнего слоя.

4. Утилизация раствора мазута в дизельном топливе на нефтеперерабатывающем предприятии.

5. Очистка водной фракции от следовых количеств дизельного топлива в биореакторе путем активации аборигенных углеводород-окисляющих микроорганизмов с последующей проверкой на фито- биотоксичность и ее техническое использование или сброс в канализационную систему.

6. Проведение химических анализов отмывого песка и его биотестирование на присутствие остаточного количества токсичных соединений. При этом концентрация нефтепродуктов в песке должна быть снижена до уровня не выше 0,1–0,5% в зависимости от дальнейшего использования.

7. Вывоз очищенного песка для различного использования: для получения цементных блоков или грунта для выращивания растений.

Выполнение этих технологических приемов позволяет практически полностью очищать загрязненный мазутом песок с возможностью его использования в строительных работах, утилизировать выделяемую фракцию нефтепродуктов и минимизировать вероятность возникновения экологических рисков при повторных выбросах мазута.

Список источников [References]

1. Коршунова Т. Ю., Логинов О. Н. Нефтяное загрязнение водной среды: особенности, влияние на различные объекты гидросферы, основные методы очистки // Экобиотех. 2019. Т. 2. № 2. С. 157–174
<https://doi.org/10.31163/2618-964X-2019-2-2-157-174> [Korshunova T. Yu., Loginov O. N. Oil pollution of water environment: features, influence on various objects of hydrosphere, main methods for cleaning // Ecobiotech. 2019;2(2):157-174 (In Russ.)
<https://doi.org/10.31163/2618-964X-2019-2-2-157-174>.
2. Vasilyeva G., Kondrashina V., Strijakova E., Ortega-Calvo J. J. Adsorptive bioremediation of soil highly contaminated with crude oil // Science of the Total Environ. 2020;706:135739.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135739>
3. Зиннатшина Л. В., Стрижакова Е. Р., Даньшина А. В., Васильева Г. К. Влияние сорбентов на скорость биоремедиации и свойства почвы, загрязненной смесью нефтепродуктов // Естественные и технические науки. 2018. № 9. С. 24–30
<https://doi.org/10.25633/ETN.2018.09.08> [Zinnatshina L. V., Strizhakova E. R., Danshina A. V., Vasilyeva G. K. Influence of adsorbents on bioremediation rate and properties of soil contaminated with a mixture of petroleum products // Natural and Technical Sciences. 2018;(9):24-30. (In Russ.)
<https://doi.org/10.25633/ETN.2018.09.08>

4. Галиулин Р.В., Галиулина Р.А., Башкин В.Н., Арабский А.К. Управление риском загрязнения подземных вод нефтью // Проблемы анализа риска. 2020. Т. 17. № 3. С. 10–15 <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2020-17-3-10-15> [Galiulina R. V., Galiulina R. A., Bashkin V. N., Arabsky A. K. Management by risk of underground waters contamination by oil // Issues of Risk Analysis. 2020;17(3):10-15 (In Russ.) <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2020-17-3-10-15>]
5. Васильева Г.К., Стрижакова Е.Р., Филонов А.Е., Мязин В.А. Рекультивация загрязненных почв с помощью сорбционной биоремедиации // Фундаментальные основы биохимических технологий и их применения в охране природы, сельском хозяйстве и медицине. Материалы XII Международной биогеохимической школы. г. Тула – Куликово поле, 16–18 сентября 2021, С. 239–243 [Vasilyeva G. K., Strizhakova E. R., Filonov A. E., Myazin V. A. Reclamation of contaminated soils using sorption bioremediation // Fundamentals of biogeochemical technologies and their application in nature conservation, agriculture and medicine. Proceedings of the XII International Biogeochemical School. Tula – Kulikovo Field, September 16–18, 2021, P. 239–243 (In Russ.)]
6. Vasilyeva G.K., Mikhedova E. E., Zinnatshina L. V., Strizhakova E. R., Akhmetov L. I., Sushkova S. N., Ortega-Calvo J. J. Use of natural sorbents for accelerated bioremediation of grey forest soil contaminated with crude oil // Science of the Total Environment. 2022;850:157952. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157952>
7. Vasilyeva, G.K., Strizhakova, E.R., Ortega-Calvo, J.J. (2024). Remediation of soils polluted by oil industries. In: Ortega-Calvo, J.J., Coulon, F. (eds) Soil Remediation Science and Technology. The Handbook of Environmental Chemistry, vol. 130. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/698_2024_1080
8. Васильева Г.К., Михедова Е.Е., Стрижакова Е.Р., Ахметов Л.И. Разработка метода сорбционной биоремедиации нефтезагрязненных минеральных почв Северо-Западной Сибири на примере подзола иллювиально-железистого. // Biologia et Biotechnologia. 2024. № 1, 3 <https://doi.org/10.61847/pbcras.bbt.2024.1.3> [Vasilyeva G. K., Mikhedova E. E., Strizhakova E. R., Akhmetov L. I. Development of an adsorptive bioremediation method for oil-contaminated mineral soils of North-West Siberia by example of illuvial-ferruginous podzol // Biologia et Biotechnologia. 2024;(1, 3) (In Russ.) <https://doi.org/10.61847/pbcras.bbt.2024.1.3>]
9. Буренин В.В. Новые способы и оборудование для очистки и обезвреживания загрязненной почвы от нефти и нефтепродуктов // Справочник эколога. 2023. № 9. С. 104–116 [Burenin V. V. New methods and equipment for cleaning and neutralizing contaminated soil from oil and oil products // Ecologist's Handbook. 2023(9):104-116 (In Russ.)]
10. Херрера-Альварado Л. А. Разработка комплексной технологии обезвреживания нефтешламов на территории месторождения Ауца – EP PETROECUADOR в Эквадоре. Диссертация на соискания кандидата технических наук. Москва, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2015, 100 с. [Herrera-Alvarado L. A. Development of a comprehensive technology for the neutralization of oil sludge in the territory of the Auca – EP PETROECUADOR field in Ecuador. Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. Moscow, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 2015, 100 p. (In Russ.)]
11. Херрера Л. А., Васильева Г. К. Применение технологии биоремедиации на основе биопрепарата «БИОЛ» для рекультивации нефтезагрязненных почв и нефтешламов с целью снижения рисков загрязнения окружающей среды в бассейне реки Амазонки // Проблемы анализа риска. 2014. Т. 11. № 5. С. 18–25 [Herrera L. A., Vasilyeva G. K. Application of technology for bioremediation based on biopreparation «BIOL» for recultivation of petroleum contaminated soils and sludge to reduce the risk of environmental pollution in the Amazon basin // Issues of Risk Analysis. 2014;11(5):18-25 (In Russ.)]

Сведения об авторах

Васильева Галина Кирилловна: кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН
Количество публикаций: более 320
Область научных интересов: методы биоремедиации загрязненных почв
ORCID: 0000-0002-9766-6452
SPIN-код: 7519-3570

Контактная информация:

Адрес: 142292, Московская обл., г. Пущино, ул. Институт-
ская, д. 2-1
gkvasilyeva@rambler.ru

Башкин Владимир Николаевич: доктор биологических
наук, профессор, главный научный сотрудник Федерального
государственного бюджетного учреждения науки Институт
физико-химических и биологических проблем почвоведения
РАН

Количество публикаций: более 400

Область научных интересов: геоэкологические риски, газовая
промышленность, биогеохимия

ResearcherID: J-4621-2018

Scopus Author ID: 7005340339

SPIN-код: 2345-6161

Контактная информация:

Адрес: 142292, Московская обл., г. Пущино, ул. Институт-
ская, д. 2-1
vladimirbashkin@yandex.ru

Статья поступила в редакцию: 28.04.2025

Одобрена после рецензирования: 19.05.2025

Принята к публикации: 26.06.2025

Дата публикации: 29.08.2025

The article was submitted: 28.04.2025

Approved after reviewing: 19.05.2025

Accepted for publication: 26.06.2025

Date of publication: 29.08.2025

**ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)
представляет вашему
вниманию монографию**



«ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ И ОПЫТ ИХ РЕШЕНИЯ В ХОДЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИИ НА УКРАИНЕ»

АНАЛИЗ ОПАСНОСТЕЙ

современных военных конфликтов

Основы организации и порядок выполнения

15 ЗАДАЧ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ

УНИКАЛЬНАЯ ПРАКТИКА,

накопленная в ходе специальной военной операции



Печатная версия книги доступна для
приобретения на сайте ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)
<https://www.vniigochs.ru/services/other/books/>

Монография станет незаменимым помощником для всех специалистов, которые хотят в кратчайший срок освоить не только основы организации гражданской обороны, но и уяснить, что и как нужно делать для защиты людей от военных опасностей, обогатиться практическим опытом, который получен, в том числе, в ходе вооруженного противостояния России со странами коллективного Запада, начавшегося в 2022 году



Книга представляет интерес для:

- научных работников, занимающихся исследованиями в области ГО и защиты от ЧС;
- адъюнктов и аспирантов;
- студентов;
- слушателей, обучающихся по основным и дополнительным профессиональным образовательным программам соответствующих направлений

УДК 502.3
Научная специальность: 5.2.3
EDN ZYRQYD

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2025

Управление экологическим риском при оценке воздействия на атмосферный воздух нефтегазового бизнеса (на примере деятельности ООО «Сахалинская энергия» за 2012–2024 годы)

Трубицина О.П.,

Северный (Арктический)
федеральный университет
имени М.В. Ломоносова
163002, Россия,
г. Архангельск,
наб. Северной Двины, д. 17

Башкин В.Н.*,

Институт физико-химических
и биологических проблем
почвоведения РАН,
142292, Россия,
Московская обл., г. Пущино,
ул. Институтская, д. 2-2

Аннотация

Статья посвящена управлению экологическим риском на примере оценки воздействия нефтегазового бизнеса на атмосферный воздух. Рассмотрена деятельность ООО «Сахалинская энергия» (далее – «Сахалинская энергия») за 2012–2024 гг. За основу исследования взяты материалы из утвержденных отчетов в области устойчивого развития компании. Проанализированы динамики валовых и удельных выбросов, а также затрат на охрану атмосферного воздуха и платы за выбросы в атмосферу. Составлена сводная таблица с ежегодными изменениями количества выбросов в процентах по отношению к предыдущему году и году начала исследовательского периода с идентификацией соответствующих причин. Сделан вывод о возможности управления экологическими рисками, прежде всего, основанный на приверженности компании экологическим стандартам. Показано, что необходимы более последовательные шаги для реализации намеченных целей, а также устойчивое финансирование природоохранных инициатив.

Ключевые слова: экологический риск; управление экологическим воздействием; выбросы загрязняющих веществ; атмосферный воздух; нефтегазодобывающая промышленность.

Для цитирования: Трубицина О.П., Башкин В.Н. Управление экологическим риском при оценке воздействия на атмосферный воздух нефтегазового бизнеса (на примере деятельности ООО «Сахалинская энергия» за 2012–2024 годы) // Проблемы анализа риска. 2025. Т. 22. № 4. С. 34–43. — EDN ZYRQYD.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Environmental Risk Management in Assessing the Impact of Oil and Gas Business on the Atmosphere (Using the Example of the Activities of Sakhalin Energy LLC for 2012–2024)

Olga P. Trubitsina,

Northern (Arctic) Federal University,

Severnaya Dvina nab., 17, Arkhangelsk, 163002, Russia

Vladimir N. Bashkin*,

Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science RAS, Institutskaya str., 2-2, Pushchino, Moscow region, 142290, Russia

Abstract

The article is devoted to environmental risk management using the example of assessing the impact of the oil and gas business on the atmosphere. The activities of Sakhalin Energy LLC (hereinafter referred to as Sakhalin Energy) for 2012–2024 are considered. The study is based on materials from approved reports on the company's sustainable development. The dynamics of gross and specific emissions, as well as costs of air protection and fees for emissions into the atmosphere are analyzed. A summary table is compiled with annual changes in the number of emissions as a percentage in relation to the previous year and the year of the beginning of the study period with the identification of the corresponding causes. A conclusion is made about the possibility of managing environmental risks, primarily based on the company's commitment to environmental standards. It is shown that more consistent steps are needed to implement the intended goals, as well as sustainable financing of environmental initiatives.

Keywords: ecological risk; environmental impact management; emissions of pollutants; atmospheric air; oil and gas industry.

For citation: Trubitsina O.P., Bashkin V.N. Environmental risk management in assessing the impact of oil and gas business on the atmosphere (using the example of the activities of Sakhalin Energy LLC for 2012–2024) // Issues of Risk Analysis. 2025;22(4):34–43. (In Russ.). — EDN ZYPQYD.

The authors declare no conflict of interest

Содержание

Введение

1. Корпоративные цели в области управления воздействием на атмосферный воздух
2. Анализ валовых выбросов вредных веществ в атмосферу за 2012–2024 гг.
3. Динамика удельных выбросов вредных веществ в атмосферу за 2015–2024 гг.
4. Динамика затрат компании на охрану атмосферного воздуха и платы за негативное воздействие в 2012–2024 гг.

Заключение

Список источников

Введение

Нефтегазовая промышленность занимает существенное место в российской и международной экономике, являясь не только источником энергии и топлива энергетических ресурсов, но и сырьевой базой для многих отраслей промышленности. В связи с этим компаниям необходимо постоянно развиваться и увеличивать производственные мощности. Рост объемов производства нефтегазовых ресурсов способствует увеличению антропогенного воздействия на окружающую среду и ухудшению экологической обстановки на территориях, где осуществляется добыча нефти и газа. Для снижения экологических рисков требуется комплексный, системный подход, обеспечивающийся только через создание и постоянное совершенствование на таких предприятиях систем экологического менеджмента [1].

Представленное исследование направлено на анализ управления воздействием на атмосферный воздух как одного из важных аспектов системного подхода компании к устойчивому развитию.

Исследование проводилось с использованием данных из отчетов устойчивого развития компании «Сахалинская энергия» [2–14], которая согласно предыдущим исследованиям авторов [15, 16], занимала лидирующие позиции в рейтинге экологической ответственности (РЭО) в период 2014–2022 гг. При этом выбранная компания набрала максимальное количество итоговых баллов РЭО за период 2014–2022 гг. [15].

1. Корпоративные цели в области управления воздействием на атмосферный воздух

«Сахалинская Энергия» выделяет следующую корпоративную цель в отношении охраны атмосферного воздуха: компания стремится к минимизации воздействия на окружающую среду, в том числе путем сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Основные корпоративные программы и системы мер в контексте устойчивого развития, его ESG-факторов, направленные на достижение задач нацпроектов и целей в области устойчивого развития (ЦУР) ООН-2030: применение наилучших доступных технологий для управления экологическими рисками и предотвращения негативного воздействия на окружающую среду путем снижения выбросов.

«Сахалинская Энергия» реализует систему управления в области корпоративной социальной ответственности (КСО) и устойчивого развития, интегрируя следующие ESG-факторы с соответствующими программами, в том числе ориентированными на управление воздействием на атмосферный воздух:

1. Загрязняющие вещества.

Ключевые программы, проекты, меры:

- Производственный экологический контроль.
- Мероприятия по повышению эксплуатационной надежности и безаварийности работы оборудования, применение наилучших доступных технологий для снижения выбросов (ИТС-28 «Добыча нефти», 2017); прочее.

2. Выбросы парниковых газов как мера энергоэффективности.

Ключевые программы, проекты, меры:

- Производственный экологический контроль.
- Меры операционной декарбонизации.
- Оценка проектной документации в части экологической безопасности и оценки воздействия на окружающую среду; учет и контроль выбросов парниковых газов; полезное использование попутного нефтяного газа и сокращение его сжигания на факелах; обследование, диагностика и обслуживание оборудования для предупреждения и устранения возможных утечек; программы повышения энергоэффективности производственных процессов; прочее.

ЦУР ООН наилучшим образом отражает их деятельность и существующие программы КСО относительно воздействия на атмосферный воздух. Ключевые индикаторы этих программ, следующие:

- Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ.
- Удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу.
- Выбросы озоноразрушающих веществ.
- Косвенные энергетические выбросы парниковых газов.
- Прямые выбросы парниковых газов.
- Удельный выброс парниковых газов.
- Объем сжигаемых и рассеиваемых в атмосферу углеводородов.

Показатели GRI 305-7 в области устойчивого развития с точки зрения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу: выбросы азота (NO_x), выбросы серы (SO_x) и других значимых загрязняющих веществ.

Анализ выбросов по годам включает не только абсолютные, но и удельные значения показателей,

отражающих экологическую результативность. Это обеспечивает большую полноту и наглядность представления об управлении компанией экологическим воздействием на атмосферный воздух.

2. Анализ валовых выбросов вредных веществ в атмосферу за 2012–2024 гг.

2.1. Динамика валовых выбросов вредных веществ в атмосферу

Динамика валовых выбросов вредных веществ в атмосферу за 2012–2024 гг. (рис. 1) характеризуется разнонаправленностью и разнопричинностью. В таблице, составленной авторами по материалам [2–14], представлены ежегодные изменения по сравнению с предыдущим и 2012 г., а также предполагаемые причины соответствующих изменений. В целом валовые выбросы в атмосферу вредных веществ за 2012–2024 гг. увеличились на 7,48 тыс. тонн или на 70%, главным образом, за счет их роста в 2022–2024 гг.

Анализируя количество валовых выбросов вредных веществ в атмосферный воздух за 2012–2024 гг. (рис. 1), можно выделить три периода:

1) 2012–2018 гг. — период со средними показателями (10–11,5 тыс. т в год);

2) 2019–2021 гг. — период с наименьшими показателями (менее 9 тыс. т в год);

3) 2022–2024 гг. — период с наибольшими валовыми выбросами (14–18 тыс. т в год).

Важно отметить, что наибольший рост валовых выбросов произошел в 2022 г. При этом общая величина выбросов в 2022 г. (14,58 тыс. т) была значительно ниже установленных плановых показателей (28,74 тыс. т). А в следующий за ним 2023 г., рост объемов продолжился и составил 15,78 тыс. т, что также было ниже установленных плановых значений (31,58 тыс. т).

Таким образом, среднее значение валовых выбросов за исследуемый период — 11,3 тыс. т. Максимальный уровень зафиксирован в 2024 г. (18,18 тыс. т), минимальный — в 2019 г. (8,52 тыс. т). В период до 2022 г. наблюдалась относительная стабильность с незначительными колебаниями. Рост выбросов с 2022 г. связан с:

- уточнением и актуализацией расчетных показателей выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками;
- вводом новых объектов в 2023 г.

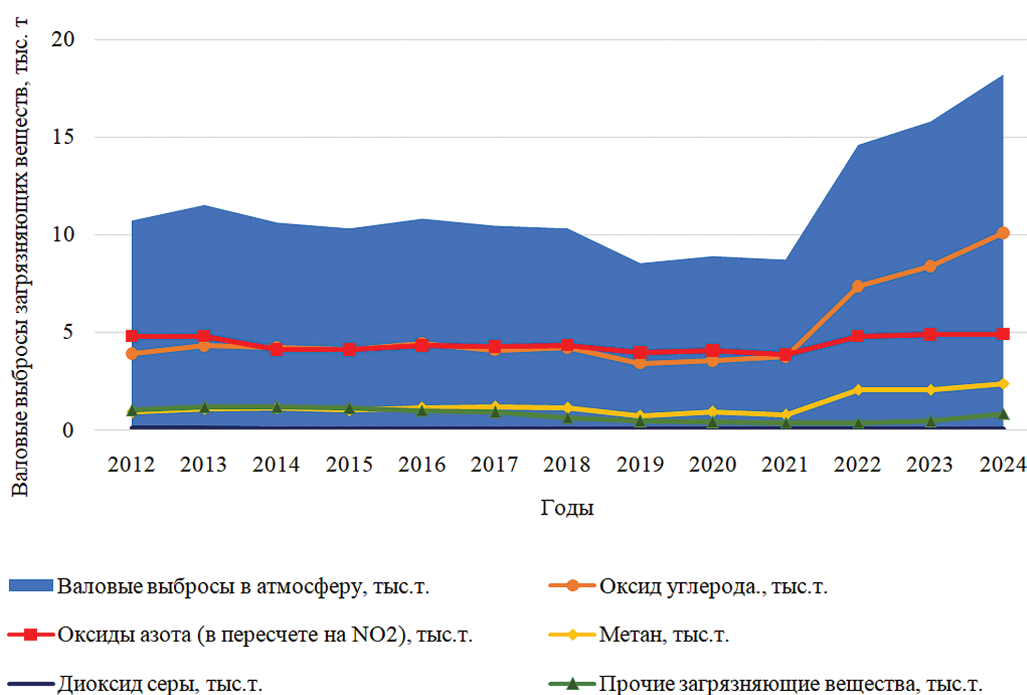


Рис. 1. Динамика валовых выбросов вредных веществ в атмосферу за 2012–2024 гг., тыс. т

Figure 1. Dynamics of gross emissions of harmful substances into the atmosphere for 2012–2024, thousand tons

Таблица. Анализ динамики валовых выбросов в атмосферный воздух и их причин

Table. Analysis of the dynamics of gross emissions into the atmosphere and their causes

Год	Изменения по сравнению с предыдущим г., %	Изменения по сравнению с 2012 г., %	Причины изменений
2012	- 3	—	1. Внедрение плана по снижению сжигания газа на факельных установках платформ, ОБТК, СПГ; 2. Сокращение количества внеплановых остановов на заводе СПГ
2013	+ 7	+ 7	1. Плановая остановка оборудования при проведении работ по увеличению его надежности; 2. Увеличение товаротранспортной работы
2014	- 8	- 1	1. Сокращение сжигания газа на факельных установках завода СПГ; 2. Оптимизация использования систем отопления и вентиляции на объектах трубопроводной системы
2015	- 3	- 4	-
2016	+ 5	+ 1	1. Остановы оборудования при работах над повышением его надежности; 2. Увеличение объемов добычи углеводородов
2017	- 3	- 2	При общем снижении валовых выбросов произошло незначительное увеличение выбросов метана, что было вызвано плановым остановом на платформе ПА-Б и внеплановым остановом на платформе ЛУН-А
2018	- 1	- 4	При общем снижении валовых выбросов произошло незначительное увеличение выбросов оксидов углерода, что было вызвано в основном плановым ремонтом компрессоров системы компримирования газа на ОБТК
2019	- 17	- 20	1. Снижение объемов сжигания газов на факельных установках благодаря проведению работ по повышению надежности функционирования оборудования и сокращению периодов остановов; 2. Внедрение программы предотвращения утечек
2020	+ 4	- 17	1. Проведение ремонтно-технических мероприятий в рамках комплексного планового останова на объектах газовой инфраструктуры; 2. Проведение плановых остановов для выполнения технического обслуживания на платформах ПА-А и ПА-Б
2021	- 2	- 19	Проведение комплексного планового останова объектов газовой инфраструктуры. При этом произошло незначительное увеличение выбросов оксида углерода, связанное с использованием дизельных генераторов для выработки электроэнергии в период планового останова
2022	+ 68	+ 36	Актуализация расчетных показателей выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками в соответствии с методиками и нормативными параметрами, утвержденными в томах предельно допустимых выбросов. Эта причина привела к увеличению расчетных значений удельных показателей выбросов в 2022 г. по сравнению с предыдущим годом
2023	+ 8	+ 47	1. Ввод в эксплуатацию 19 новых источников выбросов на ДКС ОБТК (новый объект, введенный в 2023 г.); 2. Увеличение количества источников выбросов на платформе ПА-А и актуализация расчетов выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников на этой платформе в соответствии с полученной в 2023 г. разрешительной документацией. Указанные причины повлияли также и на изменение удельных показателей выбросов при добыче углеводородов и производстве СПГ
2024	+ 15	+ 70	1. Уточнение расчетных параметров, режимов работы оборудования при проведении инвентаризации источников выбросов в 2024 г. в рамках обновления разрешительной документации для пяти объектов негативного воздействия Общества (три морские платформы, ОБТК, ПК «Пригородное»); 2. Актуализация расчетов выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в соответствии с полученной в 2024 г. разрешительной документацией

В период с 2012 по 2024 гг. наблюдается следующая разнонаправленная динамика валовых выбросов основных загрязняющих веществ:

- Оксид углерода: рост в 2,5 раза (с 4,0 до 10,06 тыс. т).
- Оксиды азота: стабильность (~4,7–4,9 тыс. т).
- Метан: рост с 0,86 до 2,37 тыс. т. Средний показатель — 1,23 тыс. т. Пик в 2023–2024 гг. (2,07–2,37 тыс. т).
- Диоксид серы: минимальные значения (0,02–0,07 тыс. т). Снижение с 0,07 тыс. т (2013) до 0,03 тыс. т (2024).
- Прочие загрязняющие вещества: в целом снижение на 24% с тенденцией к увеличению в последние три года.

2.2. Структура валовых выбросов вредных веществ в атмосферу

Структура валовых выбросов вредных веществ в атмосферу, рассчитанная по каждому компоненту как среднеарифметическое значение валовых выбросов за 2012–2024 гг. и выраженная в процентах, представлена на рис. 2.

Условно, по вкладу в валовые выбросы в атмосферу можно выделить три группы их компонентов:

1. Макрокомпоненты: оксид углерода, оксиды азота (в пересчете на диоксид азота).
2. Мезокомпоненты: метан и прочие загрязняющие вещества.
3. Микрокомпоненты: диоксид серы.

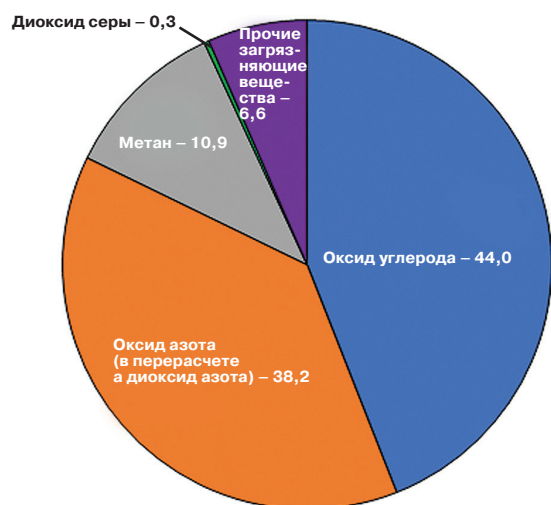


Рис. 2. Структура валовых выбросов в атмосферу вредных веществ за 2012–2024 гг., %

Figure 2. Structure of gross emissions of harmful substances into the atmosphere for 2012–2024, %

3. Динамика удельных выбросов вредных веществ в атмосферу за 2015–2024 гг.

«Сахалинская Энергия» начала предоставлять данные об удельных выбросах в атмосферный воздух с 2015 г., поэтому анализ динамики этих показателей представлен за период 2015–2024 гг. (рис. 3).

Наибольший рост удельных выбросов наблюдается в сфере добычи углеводородов: показатель увеличился почти в три раза — с 0,19 кг/т у.т. в 2015 г. до 0,56 кг/т у.т. в 2024 г. Особенно резкий рост зафиксирован после 2021 г., причины этого указаны в таблице.

В сфере транспортировки углеводородов удельные выбросы остаются на стабильном уровне: значения колеблются от 0,06 до 0,09 кг/тыс. т-км, без выраженной тенденции к росту, который в целом составил 17%.

В сегменте производства сжиженного природного газа (СПГ) динамика удельных выбросов умеренно отрицательная. После снижения с 0,25 до 0,19 кг/т у.т. (2016–2020 гг.), начиная с 2021 г. наблюдается постепенный рост до 0,28 кг/т у.т. в 2024 г., причины чего указаны в таблице. В целом рост составил 17%.

Таким образом, динамика удельных выбросов за исследуемый период демонстрирует следующие тенденции по видам деятельности компании, главным образом, за счет периода 2022–2024 гг.:

Добыча: стабильность с незначительными колебаниями в 2015–2021 гг. (0,14–0,19 кг/т у.т.), затем рост в 2022–2024 гг. (0,36–0,56 кг/т у.т.).

Транспортировка: стабильность с незначительными колебаниями, показатели остаются в диапазоне 0,06–0,09.

Производство СПГ: умеренное снижение до 2020 г., затем постепенный рост.

4. Динамика затрат компании на охрану атмосферного воздуха и платы за негативное воздействие в 2012–2024 гг.

4.1. Динамика затрат на охрану атмосферного воздуха

Затраты компании на охрану атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата за период с 2012 по 2024 гг. снизились на 37 447 тыс. руб. (с 74 034 тыс. руб. до 36 587 тыс. руб.) или на 50,6%. Однако за последние пять лет (с 2020 по 2024 гг.) затраты компании на охрану атмосферного воздуха выросли на 27 511 тыс. руб. (рис. 4).

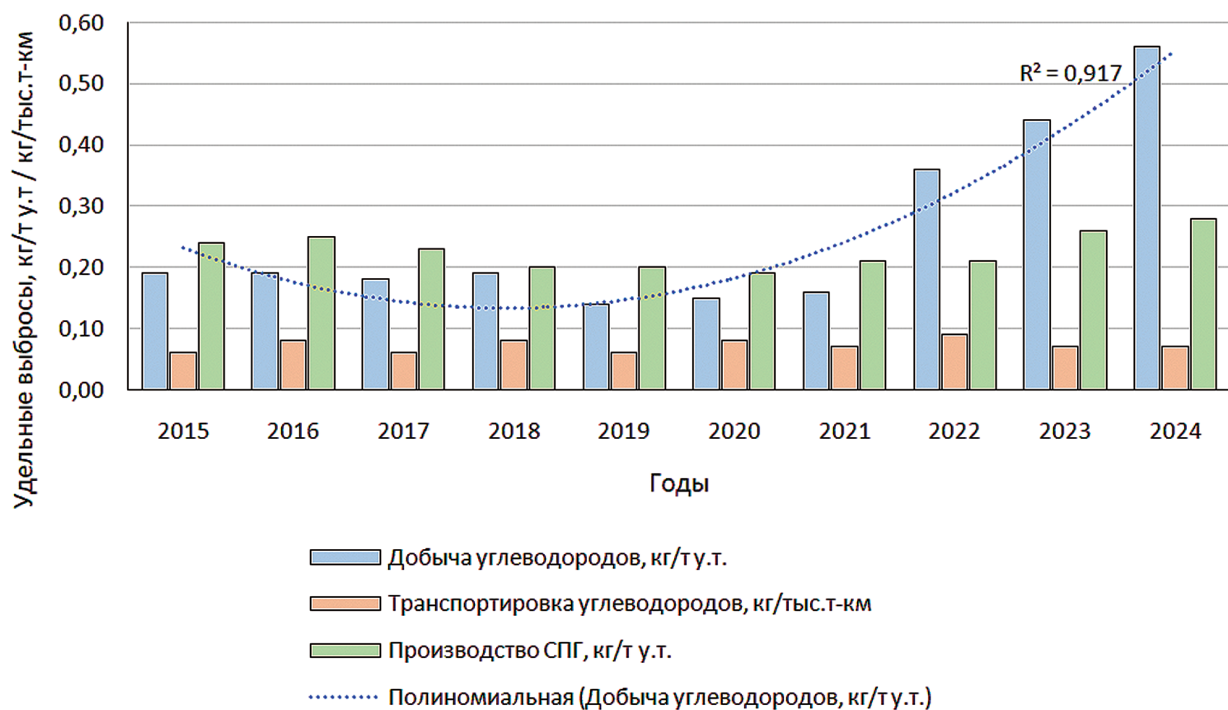


Рис. 3. Динамика удельных выбросов диоксида серы на тонну продукции компании, кг/т

Figure 3. Dynamics of specific emissions of sulfur dioxide per ton of the company's products, kg/t

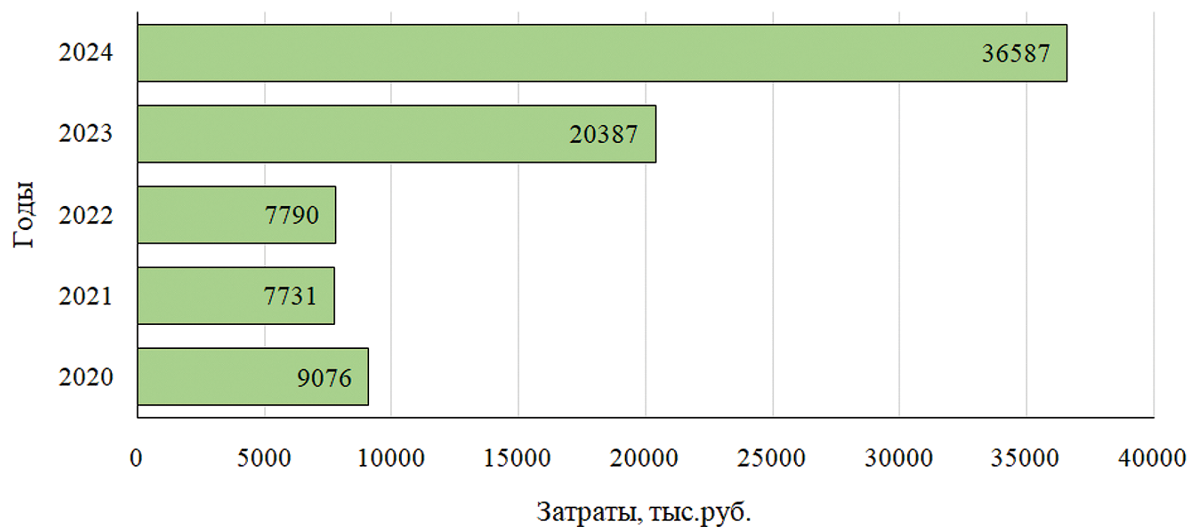


Рис. 4. Динамика затрат компании на охрану атмосферного воздуха за 2020–2024 гг., тыс. руб.

Figure 4. Dynamics of the company's expenses on atmospheric air protection for 2020–2024, thousand rubles

4.2. Динамика платы за негативное воздействие

Плата (в номинальных величинах) за выбросы в атмосферу за 2012–2024 гг. в целом снизилась на 2728,12 тыс. руб. или на 58,5%, но в первые три года наблюдалось ее увеличение до 11516,88 тыс. руб.

В 2014 г. наблюдается абсолютный пик: 11516,88 тыс. руб., что почти в 3,3 раза превышает показатель 2013 г. (3498,80 тыс. руб.) и более чем в 11 раз — значение 2012 г. (1458,60 тыс. руб.). После 2014 г. наблюдается резкое снижение платы — уже в 2015 г. она упала до 4931,25 тыс. руб., а в 2016 г. — до 987,60 тыс. руб.

С 2016 по 2021 гг. плата сохранялась на относительно низком уровне, в пределах 595–987 тыс. руб., демонстрируя плато без существенных колебаний. Однако начиная с 2022 г. начался новый рост: 1104,14 тыс. руб. в 2022 г.; почти трехкратный скачок в 2023 г. до 2964,87 тыс. руб.; снижение в 2024 г. до

1936,58 тыс. руб., что, тем не менее, остается выше уровня 2022 г.

Плата за выбросы в атмосферу четко отражает тренды:

- резкий спад после 2014 г. и плата стабилизируется на низком уровне, что логично соотносится со снижением выбросов и затрат.
- новый рост в 2022–2023 гг. также параллелен увеличению удельных выбросов и постепенному росту затрат.

Заявленные цели по снижению воздействия на атмосферу частично достигнуты в 2015–2020 гг., когда одновременно снижались и выбросы, и плата за них. Сокращение затрат после 2014 г. совпадает с временным улучшением ситуации, однако в долгосрочной перспективе, при низком уровне инвестиций наблюдается рост удельных выбросов и платы, что указывает на некоторую неустойчивость экологической политики компании.

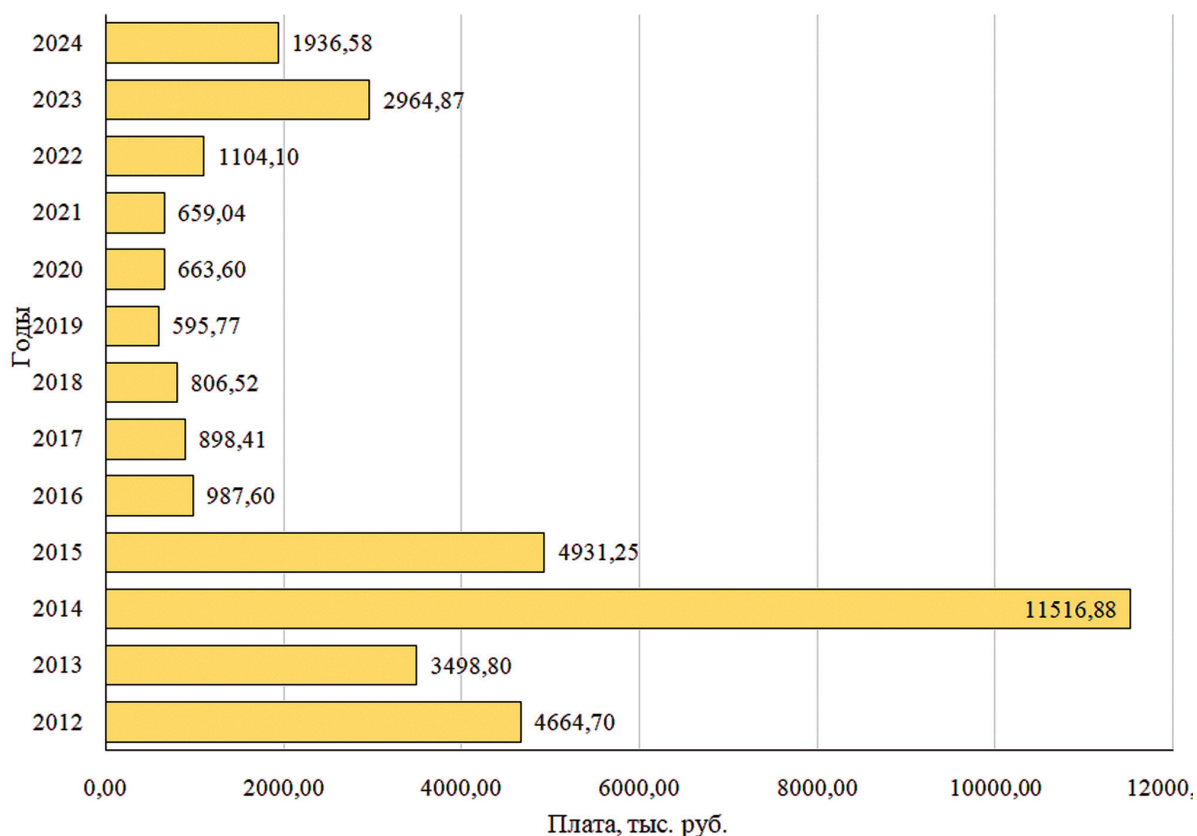


Рис. 5. Динамика платы за выбросы в атмосферу за 2020–2024 гг., тыс. руб. (номинальные величины)

Figure 5. Dynamics of fees for atmospheric emissions for 2020–2024, thousand rubles (nominal values)

Заключение

Анализ корпоративных целей и фактических показателей по охране атмосферного воздуха за 2012–2024 гг. свидетельствует о наличии системного подхода к управлению экологическими рисками на примере оценки воздействия на окружающую среду, однако в ряде направлений сохраняются определенные сложности в достижении устойчивых результатов.

«Сахалинская Энергия» декларирует важные цели в области охраны воздуха: сокращение выбросов, внедрение наилучших доступных технологий и развитие мониторинга. Эти цели находят отражение в природоохранной деятельности, особенно в период с 2015 по 2020 гг., когда наблюдалось снижение как валовых, так и удельных выбросов.

Однако, начиная с 2021 г., отмечается рост удельных выбросов по ключевым видам деятельности, что может быть связано как с технологическими, так и с организационными факторами. На фоне этого видно, что объем затрат на охрану атмосферного воздуха остается нестабильным и в отдельные годы значительно сокращается, что потенциально ограничивает эффективность реализации экологических мероприятий.

Тем не менее, в последние годы снова фиксируется рост расходов на охрану воздуха, что может свидетельствовать о возобновлении экологических приоритетов. Также необходимо отметить, что плата за выбросы остается относительно умеренной, несмотря на колебания, что свидетельствует о контролируемом уровне негативного воздействия и учете вероятности экологических рисков.

В целом «Сахалинская Энергия» демонстрирует приверженность экологическим стандартам, однако для достижения долгосрочной устойчивости и стабилизации позитивной динамики выбросов потребуются более последовательная реализация намеченных целей и устойчивое финансирование природоохранных инициатив.

Список источников [References]

1. Пойдо С.А., Заведеев Е. В. Развитие системы экологического менеджмента в нефтяной компании // Экономика и парадигма нового времени. 2024. № 1(22). С. 24–29 [Pojdo S. A., Zavedeev E. V. Development of environmental management system in an oil company // Economics and the Paradigm of the New Time. 2024;(1):24–29 (In Russ.)]
2. Отчет ООО «Сахалинская Энергия» об устойчивого развитии 2012 год. 125 с. [Sakhalin Energy's Sustainability Report 2012. 125 p. (In Russ.)]
3. Отчет ООО «Сахалинская Энергия» об устойчивого развитии 2013 год. 135 с. [Sakhalin Energy's Sustainability Report 2013. 135 p. (In Russ.)]
4. Отчет ООО «Сахалинская Энергия» об устойчивого развитии 2014 год. 168 с. [Sakhalin Energy's Sustainability Report 2014. 168 p. (In Russ.)]
5. Отчет ООО «Сахалинская Энергия» об устойчивого развитии 2015 год. 180 с. [Sakhalin Energy's Sustainability Report 2015. 180 p. (In Russ.)]
6. Отчет ООО «Сахалинская Энергия» об устойчивого развитии 2016 год. 160 с. [Sakhalin Energy's Sustainability Report 2016. 160 p. (In Russ.)]
7. Отчет ООО «Сахалинская Энергия» об устойчивого развитии 2017 год. 187 с. [Sakhalin Energy's Sustainability Report 2017. 187 p. (In Russ.)]
8. Отчет ООО «Сахалинская Энергия» об устойчивого развитии 2018 год. 196 с. [Sakhalin Energy's Sustainability Report 2018. 196 p. (In Russ.)]
9. Отчет ООО «Сахалинская Энергия» об устойчивого развитии 2019 год. 229 с. [Sakhalin Energy's Sustainability Report 2019. 229 p. (In Russ.)]
10. Отчет ООО «Сахалинская Энергия» об устойчивого развитии 2020 год. 300 с. [Sakhalin Energy's Sustainability Report 2020. 300 p. (In Russ.)]
11. Отчет ООО «Сахалинская Энергия» об устойчивого развитии 2021 год. 313 с. [Sakhalin Energy's Sustainability Report 2021. 313 p. (In Russ.)]
12. Отчет ООО «Сахалинская Энергия» об устойчивого развитии 2022 год. 287 с. [Sakhalin Energy's Sustainability Report 2022. 287 p. (In Russ.)]
13. Отчет ООО «Сахалинская Энергия» об устойчивого развитии 2023 год. 243 с. [Sakhalin Energy's Sustainability Report 2023. 243 p. (In Russ.)]
14. Отчет ООО «Сахалинская Энергия» об устойчивого развитии 2024 год. 220 с. [Sakhalin Energy's Sustainability Report 2024. 220 p. (In Russ.)]
15. Трубицина О.П., Башкин В. Н. Экологическая ответственность нефтегазового бизнеса в Арктике: рейтинговый анализ за 2014–2022 годы // Проблемы анализа риска. 2023. Т. 20. № 6. С. 24–33. <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-6-24-33> [Trubitsina O. P., Bashkin V. N. Environmental responsibility of the oil and gas business in the Arctic: rating analysis for

2014–2022 // Issues of Risk Analysis. 2023;20(6):24–33.
(In Russ.)

<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-6-24-33>

16. Bashkin V.N., Trubitsina O.P. Geoeological and geopolitical risks for oil and gas industry in the Arctic: challenges v/v threats. Springer, ser. Environmental Pollution 29. 2022, 171 pp. ISBN 978-3-030-95909-8 ISBN 978-3-030-95910-4 (eBook) <https://doi.org/10.1007/978-3-030-95910-4>

Сведения об авторах

Трубицина Ольга Петровна: кандидат географических наук, доцент, доцент Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова» (САФУ имени М. В. Ломоносова)
Количество публикаций: более 100
Область научных интересов: геоэкологические риски, Арктика, нефтегазовая промышленность, экологический рейтинг, социальная ответственность бизнеса
Scopus Author ID: 57191332613
ORCID: 0000-0001-9847-9328

SPIN-код: 2534-2914

Контактная информация:

Адрес: 163002, г. Архангельск, набережная Северной Двины, 17
test79@yandex.ru

Башкин Владимир Николаевич: доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН

Количество публикаций: более 400

Область научных интересов: геоэкологические риски, газовая промышленность, биогеохимия

ResearcherID: J 4621-2018

Scopus Author ID: 7005340339

ORCID: 0000-0001-5656-3011

SPIN-код: 2345-6161

Контактная информация:

Адрес: 142292, Московская обл., г. Пущино, ул. Институтская, д. 2-1
vladimrbashkin@yandex.ru

Статья поступила в редакцию: 16.05.2025

Одобрена после рецензирования: 16.06.2025

Принята к публикации: 26.06.2025

Дата публикации: 29.08.2025

The article was submitted: 16.05.2025

Approved after reviewing: 16.06.2025

Accepted for publication: 26.06.2025

Date of publication: 29.08.2025

УДК 33
Научная специальность: 5.2.6
EDN: UPMRMU

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2025

Климатические рейтинги российских компаний: анализ подходов к оценке и перспективы развития

Михеев П.Н.,

Русское общество управления
рисками,
119602, Россия, г. Москва,
Никулинская ул., д. 27-129

Аннотация

В статье анализируются ключевые аспекты оценки климатических рейтингов российских компаний. Особое внимание уделяется значимости таких рейтингов в контексте выбора оптимальных мер адаптации российской экономики к климатическим изменениям. Исследование охватывает зарубежные методики оценки, а также обосновывает необходимость разработки национальных рейтинговых платформ, позволяющих учесть специфику российской экономики и снизить зависимость от западных поставщиков рейтинговых оценок. Рассматривается отраслевая специфика применительно к оценке климатических рейтингов. Приводятся примеры основных климатических показателей и метрик, используемых различными рейтинговыми агентствами. В заключение делается вывод о том, что отсутствие унифицированной методики и разнообразие рейтинговых платформ затрудняют сопоставление уровня развития климатической повестки российских компаний, что осложняет процесс принятия решений как государственными органами, так и отдельными инвесторами.

Ключевые слова: изменение климата; адаптация; климатические рейтинги; российские компании; климатические риски.

Для цитирования: Михеев П.Н. Климатические рейтинги российских компаний: анализ подходов к оценке и перспективы развития // Проблемы анализа риска. 2025. Т. 22. № 4. С. 44–55. — EDN UPMRMU.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

Climate Ratings of Russian Companies: Analysis of Approaches to Assignment and Development Prospects

Petr N. Mikheev,

Russian Risk Management
Society,
Nikulinskaya St., 27-129, Moscow,
119602, Russia

Abstract

The article analyzes key aspects of assignment climate ratings of Russian companies. Particular attention is paid to the importance of such ratings in the context of choosing optimal measures to adapt the Russian economy to climate change. The study covers foreign methods for assessing and substantiates the need to develop national rating platforms that take into account the specifics of the Russian economy and reduce dependence on Western providers of rating assessments. Industry specifics are considered in relation to assessing climate ratings. Examples of key climate indicators and metrics used by various rating agencies are given. In conclusion, it is concluded that the lack of a unified methodology and the diversity of rating platforms make it difficult to compare the level of development of the climate agenda of Russian companies, which complicates the decision-making process for both government agencies and individual investors.

Keywords: climate change; adaptation; climate ratings; russian companies; climate risks.

For citation: Mikheev P.N. Climate ratings of Russian companies: analysis of approaches to assignment and development prospects // *Issues of Risk Analysis*. 2025;22(4):44–55. (In Russ.). — EDN UPMRMU.

The author declares no conflict of interest

Содержание

Введение

1. Рейтинги устойчивого развития компаний

2. Зарубежные платформы

3. Российские индексы

4. Отраслевая специфика

5. Климатические метрики и показатели

Заключение

Список источников

Введение

На фоне ускорения глобального потепления риски, связанные с долгосрочными процессами климатических изменений, а также с увеличением повторяемости, интенсивности и продолжительности экстремальных гидрометеорологических явлений, неуклонно растут. По данным ООН, «за последние 50 лет климатический кризис стал причиной более 2 млн смертей и 3,64 трлн долл. экономических потерь, а также разрушения жизненно важных природных экосистем»¹. Как отмечается в [1], «тенденции последних лет демонстрируют усиление внимания к вопросам изменения климата и устойчивого развития как на государственном уровне, так и на уровне отдельных компаний».

Для России изменение климата создает не только риски, но и новые благоприятные возможности, которые необходимо учитывать при разработке программ адаптации экономики к климатическим изменениям. Согласно оценкам российских ученых [2], «общий эффект изменения климата на годовой ВВП России при адекватной политике адаптации может составить около 1 трлн руб. через 20 лет (при потеплении на 1 °C)». По мнению экспертов [3], «насколько удастся изменить ситуацию в будущем — во многом зависит от усилия, прежде всего, инвестиций (как финансового, так и человеческого капитала), а также научно обоснованного выбора мер адаптации».

В России реализуется Национальный план адаптации экономики к изменениям климата, включающий несколько этапов, каждый из которых имеет сроки, цели и задачи. В марте 2023 г. был утвержден «Национальный план мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 года»². Его ключевые задачи:

- внедрение адаптационных мер во все значимые отрасли экономики;
- развитие финансовых механизмов поддержки (страхование, государственные субсидии, привлечение частных инвестиций);
- повышение эффективности мер по адаптации к климатическим изменениям.

¹ World Meteorological Organization. Rising Risks. URL: <https://wmo.int/about-us/world-meteorological-day/wmd-2022/rising-risks> (дата обращения: 29.06.2025).

² Распоряжение Правительства Российской Федерации от 11.03.2023 № 559-р «Об утверждении национального плана мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 года» // СЗ РФ. 2023. № 12. Ст. 2055.

Как подчеркивается в [4], «...очевидно, что имеющиеся финансовые и кадровые ограничения в реализации действенных программ адаптации к последствиям изменения климата требуют расстановки приоритетов».

Одним из ключевых инструментов для определения приоритетов в ходе реализации адаптационных мероприятий являются климатические рейтинги компаний. Они позволяют оценить степень воздействия климатических рисков на бизнес, выделяя наиболее уязвимые сектора экономики. Кроме того, такие рейтинги дают возможность отслеживать эффективность адаптационных мер, что помогает инвесторам и государству направлять финансирование в проекты с высоким адаптационным потенциалом.

Важным аспектом климатических рейтингов является их стимулирующая функция: компании, стремящиеся к высоким позициям в таких оценках, активнее внедряют адаптационные стратегии. Как показывают исследования [5, 6], организации с высокими рейтингами демонстрируют более высокую риск-скорректированную доходность (англ. risk-adjusted returns) и повышенную акционерную стоимость (англ. shareholder value). Целесообразность использования рейтингового метода при оценке устойчивого развития экономики России обосновывается в исследовании С.М. Никонорова и П.А. Богомазова [7].

Климатические рейтинги сохраняют свою актуальность для российских компаний и в новых экономических условиях после 2022 г. Даже в условиях переориентации торговых потоков Россия продолжает взаимодействовать с рынками, где экологические стандарты играют ключевую роль (например, Азия, Ближний Восток). Международные и некоторые российские инвесторы по-прежнему учитывают климатические факторы при принятии решений. Компании с высокими климатическими рейтингами могут легче привлекать финансирование, в том числе через «зеленые» облигации и устойчивое кредитование.

Внутри страны усиливается внимание к климатическому регулированию (например, стратегия низкоуглеродного развития до 2050 г.). Кроме того, влияние климатических рисков (физических и переходных) на устойчивость бизнеса, особенно в энергетике и сельском хозяйстве, только усиливается. И, наконец, даже в условиях санкционного давления, поддержание

высоких климатических стандартов помогает компаниям укреплять доверие со стороны потребителей и партнеров, особенно на новых рынках сбыта. Таким образом, климатические рейтинги остаются значимым инструментом для управления рисками, повышения конкурентоспособности и адаптации к меняющимся экономическим реалиям. Их роль может трансформироваться, но необходимость в их использовании сохраняется.

1. Рейтинги устойчивого развития компаний

Оценка уровня развития климатической повестки компаний обычно проводится в рамках рейтингов устойчивого развития. Эти рейтинги формируются на основе ESG-концепции, которая включает три ключевых направления:

- экологические аспекты (E — environmental) — оценивают воздействие компании на окружающую среду;
- социальные аспекты (S — social) — отражают отношение компании к персоналу, поставщикам, клиентам и партнерам;
- управленческие аспекты (G — governance) — связаны с эффективностью корпоративного руководства.

Рейтинг устойчивого развития — это оценка, присваиваемая специализированными агентствами. Она показывает, насколько успешно компания управляет ESG-рисками и использует соответствующие возможности. При анализе учитываются политики, программы, инициативы, принимаемые меры и уровень прозрачности бизнеса в этих сферах.

Методология оценки включает систему факторов, на основе которых формируется итоговый рейтинг. При этом общий рейтинг состоит из трех компонентов: экологического (E), социального (S) и управленческого (G). Такой подход позволяет заинтересованным сторонам не только оценить общий уровень зрелости компании, но и выявить ее сильные и слабые стороны в каждой из этих сфер, а также проанализировать меры по снижению соответствующих рисков.

Климатический рейтинг традиционно относится к экологической составляющей (E). Однако растущая значимость климатических факторов и существенные различия между экологическими и климатическими рисками требуют отдельного внимания к климатической повестке компаний.

Далее рассмотрим основные методы оценки рейтингов с особым акцентом на климатическую составляющую.

2. Зарубежные платформы

Сегодня существует более 150 рейтингов устойчивого развития, различающихся по тематике и методологии. Среди ключевых международных систем оценки можно выделить следующие:

*CDP (Carbon Disclosure Project)*³ — оценивает прозрачность климатической отчетности компаний (Score 1–3), присваивая рейтинги от A до D. В 2025 г. охватывает 24,8 компаний (примерно 2/3 мировой капитализации).

*S&P Global ESG Scores*⁴ — анализирует экологические, социальные и управленческие аспекты (E, S, G), используя принцип двойной существенности.

Принцип двойной существенности (Double Materiality) в рамках S&P Global ESG Scores отражает подход, учитывающий два взаимосвязанных аспекта влияния на компанию и общество.

Финансовая существенность (Inside-Out) рассматривает, как ESG-риски и возможности влияют на финансовые результаты компании (например, климатические риски, регулирование, репутационные потери).

Влияние на общество и экологию (Outside-In) учитывает то, как деятельность компании воздействует на окружающую среду и социум (например, выбросы CO₂, экологические катастрофы).

*MSCI (Morgan Stanley Capital International)*⁵ — фокусируется на климатических рисках (физических и переходных), учитывая соответствие Парижскому соглашению по климату.

*Sustainalytics*⁶ — оценивает уровень ESG-рисков, но имеет ограничения по данным Score 3 и отраслевую специфику.

*Science Based Targets initiative (SBTi)*⁷ — устанавливает научно обоснованные цели по сокращению выбросов в соответствии с Парижским соглашением.

³ CDP (Carbon Disclosure Project). URL: <https://www.cdp.net/en>

⁴ S&P Global. URL: <https://www.spglobal.com/esg/solutions/esg-scores-data>

⁵ MSCI (Morgan Stanley Capital International). URL: <https://www.msci.com/>

⁶ Sustainalytics. URL: <https://www.sustainalytics.com/>

⁷ Science Based Targets initiative (SBTi). URL: <https://sciencebasedtargets.org/>

*Climate Action 100+ (CA100+)*⁸ — объединяет инвесторов для взаимодействия с крупнейшими эмитентами парниковых газов (ПГ).

*EcoVadis*⁹ — оценивает корпоративную устойчивость, включая климатические стратегии и управление цепочками поставок.

*GRESB (Global Real Estate Sustainability Benchmark)*¹⁰ — стандарт, который в первую очередь применяется для объектов недвижимости и инфраструктуры, поощряющий переход к нулевым выбросам (Net Zero).

*Wind ESG*¹¹ — китайская платформа с акцентом на углеродный след, популярная в азиатских странах.

После 2022 г. участие российских компаний в зарубежных рейтингах сократилось, что повысило значимость отечественных систем оценки.

3. Российские индексы

В России, как и во всем мире, усиливается внимание к новым критериям успешности и устойчивости бизнеса, среди которых ключевую роль играют экологические, социальные и управленческие факторы. Финансовая система постепенно переориентируется на принципы устойчивого развития и ответственного финансирования, что повышает спрос на достоверную информацию о деятельности компаний в этих сферах, а также на независимую оценку.

Важным шагом в этом направлении стал запуск Московской биржей в 2019 г. первых российских индексов устойчивого развития — «Ответственность и открытость» и «Вектор устойчивого развития»¹². В их основу легли ESG-метрики, предоставляемые Российским союзом промышленников и предпринимателей (РСПП).

Индекс «Ответственность и открытость» оценивает степень полноты и качества раскрытия информации о деятельности компаний в сфере устойчивого развития в их публичной отчетности. Главная особенность индекса — приоритет качества

корпоративной отчетности над традиционными финансовыми показателями, такими как ликвидность и капитализация. Топ-5 компаний в 2024 г.: ПАО «Сбербанк», ПАО «ЛУКОЙЛ», ПАО «Газпром», ПАО «НОВАТЭК», ПАО «НК «Роснефть». На основе этого индекса РСПП формирует список лидеров по раскрытию корпоративной информации, который, в свою очередь, служит основой для отбора компаний в индекс «Вектор устойчивого развития».

Индекс «Вектор устойчивого развития» акцентирует внимание на динамике прогресса и анализирует результативность компаний по десяти ключевым показателям:

- Производительность труда.
- Охрана труда и здоровье работников.
- Оплата труда и социальная поддержка персонала.
- Обучение и повышение квалификации.
- Текучесть кадров.
- Социальные инвестиции.
- Выбросы в атмосферу.
- Использование водных ресурсов.
- Энергоэффективность.
- Переработка отходов.

Индекс отражает динамику стоимости акций компаний, демонстрирующих наибольшие успехи в устойчивом развитии. Лидеры индекса в 2024 г.: ПАО «НЛМК», ПАО «ФосАгро», ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина, ПАО «Северсталь», ПАО «ГМК «Норильский никель».

Таким образом, российские индексы «Ответственность и открытость» и «Вектор устойчивого развития» не только стимулируют компании к большей прозрачности, но и помогают инвесторам оценивать их вклад в устойчивое развитие.

В 2023 г. Национальное кредитное рейтинговое агентство (НКР)¹³ выпустило второй ESG-индекс российских компаний. Это подтверждает растущий интерес российского бизнеса, особенно крупного, к устойчивому развитию и внедрению соответствующих стандартов. ESG-рейтинг является разновидностью некредитного рейтинга и отражает оценку НКР уровня соответствия деятельности и стратегии компании принципам устойчивого развития.

При определении рейтинга НКР анализирует экологические (E), социальные (S) и управленческие (G)

¹³ Национальное кредитное рейтинговое агентство (НКР). URL: <https://ratings.ru/methodologies/current/>

⁸ Climate Action 100+ (CA100+). URL: <https://www.climateaction100.org/>

⁹ EcoVadis. URL: <https://ecovadis.com/ru/>

¹⁰ GRESB (Global Real Estate Sustainability Benchmark). URL: <https://www.gresb.com/nl-en/>

¹¹ Wind ESG. URL: <https://esg.wind.com.cn/WindESGRating/index.html?lan=cn#/ESGSummary/home>

¹² Московская биржа. Руководство для эмитента. Как соответствовать лучшим практикам устойчивого развития. 2024. 362 с. URL: <https://fs.moex.com/f/21348/mosbirzha-esg2024-rus-book-27.pdf> (дата обращения: 29.06.2025).

риски компании, а также учитывает соблюдение международных норм и требований национального законодательства. В процессе анализа экологического (Е) аспекта нефинансовой организации агентство изучает воздействие компании на окружающую среду, ее подверженность и уязвимость к экологическим рискам, а также эффективность управления этими рисками. Для финансово-кредитных организаций НКР при оценке экологической составляющей ключевыми критериями являются структура активов, формирование значимого «зеленого» кредитного или инвестиционного портфеля. В перечень климатических показателей в рамках Е-компоненты входят: углеродный след компании (прямые и косвенные выбросы CO₂-экв.), а также энергопотребление и энергоэффективность (суммарное потребление энергии, энергоемкость).

Особое значение для освоения Арктики, где климат очень быстро меняется, имеет совместный проект экспертного центра «Проектный офис развития Арктики» (ЭЦ ПОРА) и кафедры экономики природопользования экономического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. В его рамках разрабатываются рейтинги устойчивого развития регионов и компаний, работающих в Арктике. В рейтинг «Полярный индекс»¹⁴ включаются предприятия, демонстрирующие баланс между экономической эффективностью, экологической ответственностью и социальным развитием.

На первом этапе расчета рейтинга по специальной методике для каждой компании-участницы определяются экономический, социальный и экологический индексы развития. В рамках расчетов экологической составляющей учитываются следующие показатели климатической повестки: объемы выбросов (выше/ниже нормы), наличие программ по сокращению выбросов (в частности углерода). В первую пятерку лидеров «Полярного индекса» в 2024 г. вошли компании: ПАО «Норильский никель», ПАО «Т плюс», ПАО «НК Роснефть», ПАО «Газпромнефть», АО «Зарубежнефть».

Наиболее детальный и глубокий анализ климатической повестки российских компаний проводится рейтинговым агентством RAEX («Рейтинговое агентство «Эксперт»¹⁵). Оно предоставляет инвесторам, регуляторам и другим заинтересованным лицам экспертизу

финансового состояния и надежности эмитентов. RAEX входит в число ведущих рейтинговых агентств России и специализируется на составлении рэнкингов, а также на присвоении рейтингов устойчивого развития с учетом ESG-факторов компаниям, группам и финансовым институтам.

Методика агентства имеет иерархическую структуру. ESG-рейтинг и рейтинговый функционал формируются на основе оценок по компонентам E, S и G. Эти оценки, в свою очередь, зависят от показателей, которые рассчитываются на основе метрик. Метрики являются базовым уровнем иерархии и содержат исходные данные об элементах управления рисками. Для оценки климатической повестки в рамках экологического блока анализируются следующие показатели:

- энергопотребление;
- выбросы парниковых газов;
- адаптация к изменениям климата.

Каждый показатель оценивается по трем каналам влияния:

Стратегические документы — наличие политик, программ, закрепленных целей, КПЭ, мероприятий и ответственных лиц.

Риск-менеджмент — идентификация климатических рисков, оценка их вероятности и воздействия, а также меры по их снижению.

Объективные данные — динамика абсолютных и относительных показателей, отраслевые сравнения и независимая верификация данных.

Источниками информации служат годовые отчеты компаний, отчеты об устойчивом развитии, информация из СМИ и других открытых источников.

Исследования RAEX позволяют не только оценить текущий уровень развития климатической повестки, но и выявить наиболее уязвимые к климатическим рискам отрасли, а также проанализировать стратегии адаптации компаний к изменению климата. Остановимся на этом вопросе более подробно.

4. Отраслевая специфика

В 2023 и 2025 гг. агентство RAEX опубликовало рэнкинги и рейтинги компаний, оценивающие уровень развития их ESG-повестки¹⁶. В исходную

¹⁴ Проект «Полярный индекс». URL: <https://polarindex.ru/>

¹⁵ Рейтинговое агентство RAEX. URL: <https://raex-rr.com/>

¹⁶ Рейтинговое агентство RAEX. URL: https://raex-rr.com/all_rankings/ (дата обращения: 29.06.2025).

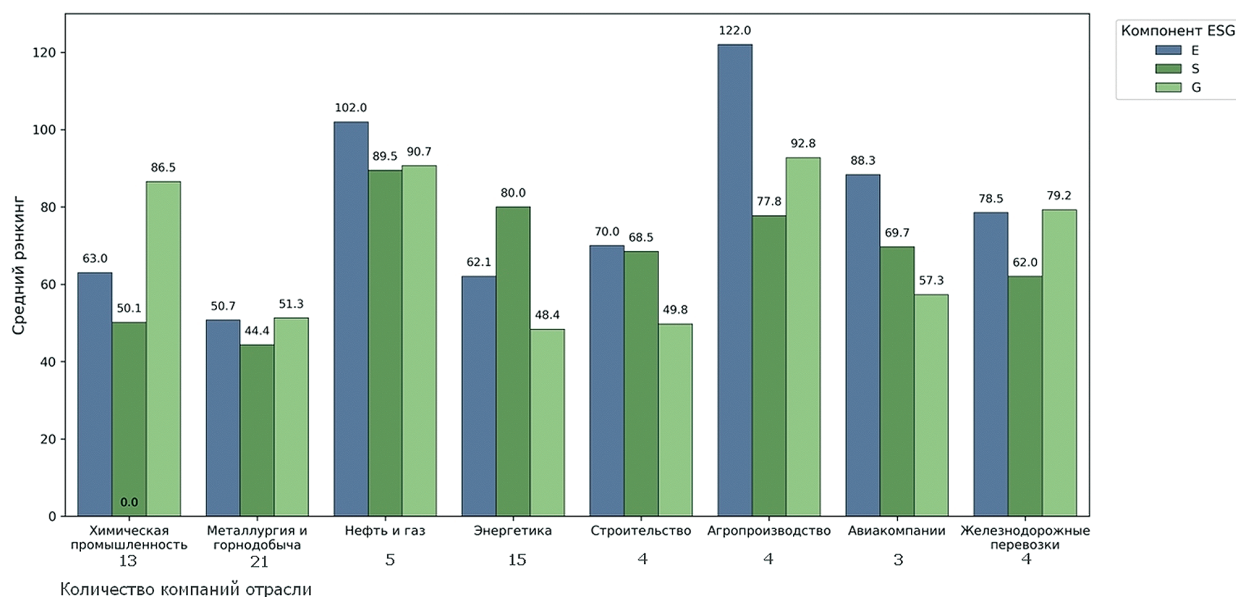


Рис. 1. Средние ESG-рейтинги по отраслям

Figure 1. Average ESG rankings by industry

выборку вошли 144 компании — представители нефинансовой и финансовой сфер. На рис. 1 представлены средние отраслевые показатели рейтингов в категориях Е (экология), S (социальная ответственность) и G (корпоративное управление), рассчитанные на основе данных RAEX для выборки из 69 нефинансовых компаний — представителей наиболее уязвимых по отношению к изменению климата отраслей.

Лидеры в Е-рейтинге — горно-металлургические компании. Факторы успеха горно-металлургического сектора, по оценке экспертов RAEX, связаны с разработкой стратегических документов по энергоэффективности, активной реализацией энергосберегающих проектов. При этом показатели риск-менеджмента и фактического снижения эмиссии у этих компаний сопоставимы с результатами предприятий химической и нефтегазовой отраслей. Энергетический сектор, хотя и является основным источником выбросов в атмосферу из-за сжигания ископаемого топлива (газа, нефти и угля), занимает второе место в отраслевом рейтинге. Немного уступает ему химическая промышленность. На средних позициях находятся строительство, железнодорожные перевозки и авиакомпании. Агропромышленные компании, несмотря на снижение вклада в совокупные выбросы (согласно

Национальному докладу о кадастре — на 5%)¹⁷, располагаются в конце списка. Слабые результаты в области экологической ответственности и борьбы с изменением климата демонстрируют и нефтегазовые предприятия.

Различия в средних показателях по отраслям для социальной составляющей S менее значительны, чем для экологической E. Это объясняется тем, что социальные практики в компаниях формировались на протяжении длительного времени и к настоящему моменту стали более унифицированными. Например, меры по социальной защите сотрудников в российских компаниях в основном стандартизированы. Наиболее высокие стандарты в управлении социальными аспектами бизнеса, как и E-повестки, демонстрируют горно-металлургические и химические компании.

Средний отраслевой G-рейтинг (управленческий компонент) сильно зависит от размера и количества компаний-участниц. Крупные компании, как правило, имеют более формализованные системы

¹⁷ Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов парниковых газов из источников и их абсорбции поглотителями за 1990–2022 гг. Часть 1. М., 2024. URL: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/RUS_NIR_2024_v1_2024-11-08.pdf (дата обращения: 29.06.2025).

корпоративного управления (например, независимые советы директоров, четкие политики вознаграждения, антикоррупционные программы) и больше ресурсов на раскрытие ESG-информации, чаще подвергаются проверкам и анализу рейтинговых агентств. Согласно репрезентативной выборке, основными лидерами G-рэнкинга выступают компании энергетической и горно-металлургической отраслей.

Нельзя не отметить различия средних отраслевых рэнкингов компаний по отдельным ESG-компонентам. Например, агропромышленные компании демонстрируют низкие показатели по экологическому компоненту (E), что объясняется высокой ресурсоемкостью отрасли и значительным негативным воздействием на окружающую среду (загрязнением воды и почвы, выбросами парниковых газов, активным использованием удобрений и т.д.). Однако это не мешает им показывать более высокие результаты в социальной ответственности (S) и корпоративном управлении (G) благодаря развитым системам управления и социальным инициативам. В то же время в горно-металлургической

отрасли все три компонента ESG чаще оказываются сбалансированными. Это может означать, что компании этого сектора уделяют равное внимание экологическим, социальным и управленческим аспектам, и их показатели по E, S и G находятся на сопоставимом высоком уровне.

Горно-металлургические компании — лидеры в E-рэнкинге занимают также половину позиций в топ-10 по управлению климатическим воздействием¹⁸. Лидером является Группа «Норильский никель». Среди энергетических компаний лучшие показатели у «РусГидро» (второе место), в нефтегазовом секторе лидирует «Татнефть» (пятая позиция). В химической промышленности наиболее эффективно управляет климатическими рисками «ФосАгро» (второе место).

За последние годы значительно вырос интерес российских компаний к «зеленому» энергопереходу, что находит отражение в результатах их рейтинговых оценок (рис. 2). В этом контексте в отраслевом срезе на первое место выходят металлургические



Рис. 2. Число нефинансовых компаний (в %), входящих в топ-50, проявляющих наибольший интерес к «зеленому» энергопереходу, и средние рейтинговые оценки по отраслям¹⁹

Figure 2. Number of companies (in %) in the top 50 showing the greatest interest in the green energy transition and average ratings by industry

¹⁸ Рейтинговое агентство RAEX. URL: https://raex-rr.com/ESG/ESG_companies/climate_change/2025/ (дата обращения: 29.06.2025).

¹⁹ Рейтинговое агентство RAEX. URL: https://raex-rr.com/ESG/ESG_companies/green_energy/2023/ (дата обращения: 29.06.2025).

и горнодобывающие компании, для которых такие проблемы являются особенно острыми. Энергетические и нефтегазовые компании также активно задействованы в раскрытии информации, связанной с изменением климата и переходом к низкоуглеродной экономике. Однако, по мнению экспертов RAEX, интерес российского бизнеса к «зеленому» переходу носит избирательный характер и в значительной степени определяется внешними (например, зависимостью от экспорта), а не внутренними факторами.

Таким образом, в отраслевом срезе в первую тройку лидеров, развивающих Е-повестку, входят наиболее углеродоемкие и энергоемкие отрасли — металлургические и горнодобывающие, а также энергетические и химические компании. Эти отрасли вынуждены активнее других снижать климатические риски из-за высокого давления регуляторов, инвесторов и рынка. В то же время их масштаб позволяет инвестировать в инновации, что делает их лидерами в декарбонизации.

Строительная индустрия, железнодорожные и авиаперевозки демонстрируют средние результаты в снижении климатических рисков. В строительстве темпы декарбонизации остаются недостаточными из-за высокой доли углеродоемких материалов, например, цемента. Железнодорожный транспорт, будучи относительно экологичным, сталкивается с проблемами модернизации инфраструктуры.

Агропромышленный и нефтегазовый сектора требуют более активной интеграции климатической повестки в свою деятельность. В агропромышленном комплексе ключевыми вызовами остаются выбросы метана от животноводства и деградация почв, что требует внедрения устойчивых методов землепользования и точного земледелия. Нефтегазовые компании, несмотря на декларируемые цели по достижению углеродной нейтральности, по-прежнему зависят от доходов от ископаемого топлива, а инвестиции в возобновляемую энергетику зачастую недостаточны для существенного снижения климатического воздействия.

Для достижения глобальных климатических целей необходимо ускорить декарбонизацию и снижение климатических рисков во всех отраслях, особенно в отстающих. Ключевым инструментом мониторинга и стимулирования этого процесса может стать применение на практике климатических метрик и показателей, в частности, при раскрытии нефинансовой отчетности.

5. Климатические метрики и показатели

Для оценки управления воздействием компании на климат, а также климатических рисков, как следует из изложенного выше материала, используются различные климатические метрики и показатели. В таблице представлены основные метрики климатической повестки, наиболее широко используемые на практике.

Данные показатели рекомендуется использовать при раскрытии компаниями климатической информации. Как отмечает Банк России, «раскрытие информации является необходимой основой для развития не только инструментов устойчивого финансирования и привлечения капитала на цели устойчивого развития, но также и для последующего направления потоков капитала на проекты, связанные с обеспечением технологического суверенитета и модернизацией экономики»²⁰.

Новые требования Международных стандартов финансовой отчетности (International Financial Reporting Standards (IFRS)), дополненные в 2022 г. стандартом IFRS S2 «Раскрытие информации, связанной с климатом»²¹, рекомендуют компаниям включать климатическую отчетность в состав финансовой отчетности. Стандарт IFRS S2, разработанный на основе рекомендаций Рабочей группы по вопросам раскрытия финансовой информации, связанной с климатом TCFD-2021²², предусматривает раскрытие следующих данных:

- влияние климатических рисков на рыночную капитализацию компании;
- использование ресурсов и потенциала компании для адаптации к изменениям климата и управления климатическими рисками;
- устойчивость бизнеса и способность адаптировать экономическую деятельность к существенным климатическим рискам и возможностям.

²⁰ Климатические риски в меняющихся экономических условиях. Доклад для общественных консультаций. Центральный банк Российской Федерации, 2022. URL: https://www.cbr.ru/Content/Document/File/143643/Consultation_Paper_21122022.pdf (дата обращения: 29.06.2025).

²¹ IFRS S2 Climate-related Disclosures. URL: <https://www.ifrs.org/content/dam/ifrs/project/climate-related-disclosures/issb-exposure-draft-2022-2-climate-related-disclosures.pdf> (дата обращения: 29.06.2025).

²² TCFD Good Practice Handbook. 2nd Edition (November 2021). URL: https://www.cdsb.net/sites/default/files/tcf_d_good_practice_handbook_v5_pages.pdf (дата обращения: 29.06.2025).

Таблица. Основные метрики, используемые при оценке климатических рейтингов компаний

Table. Key metrics used in assessing companies' climate ratings

Категория	Метрика	Стандарты и руководства
Выбросы парниковых газов	Прямые выбросы (Scope 1), косвенные выбросы (Scope 2), прочие косвенные выбросы (Scope 3), удельные выбросы парниковых газов (выбросы на единицу продукции, выручки, другого результата экономической деятельности)	GHG Protocol, ISO 14064, TCFD, CDP, GRI 305, IFRS S2, Московская биржа, НКР, RAEX, Полярный индекс (выбросы загрязняющих веществ)
Энергоэффективность	Потребление энергии (возобновляемой/невозобновляемой), энергоёмкость продукции	ISO 50001, GRI 302, SASB (различные сектора), Московская биржа, НКР, RAEX
Климатические цели	Наличие научно обоснованных целей (SBTi), углеродная нейтральность, сроки достижения	SBTi, Net Zero Standard, TCFD, RAEX
Климатические риски	Физические риски (климатические параметры)	TCFD, SASB, GRI, ISO 14090, IFRS S2, RAEX
	Риски переходного периода (доля выручки от углеродоемких активов, затраты на адаптацию)	
Управление климатическими рисками	Интеграция климатических рисков в стратегию, стресс-тестирование на климатические сценарии	TCFD, SASB, ISO 14097
Раскрытие климатической информации	Участие в CDP, отчетность по стандартам TCFD, GRI, SASB	CDP, TCFD, GRI 201-206, SASB (в зависимости от отрасли), Московская биржа, RAEX
Возобновляемая энергия	Доля ВИЭ в энергобалансе, инвестиции в зеленую энергетику	RE100, IRENA, GRI 302, Московская биржа, RAEX, Полярный индекс
Декarbonизация	Стратегия снижения углеродного следа, использование углеродных кредитов	PAS 2060 (углеродная нейтральность), VCS (Verified Carbon Standard)
Адаптация к изменению климата	Планы адаптации к климатическим изменениям, устойчивость инфраструктуры, операционные расходы	TCFD, ISO 14090, SASB IFRS S2, RAEX, Полярный индекс
Круговые экономика и устойчивые ресурсы	Использование переработанных материалов, снижение отходов	GRI 301, 306, Ellen MacArthur Foundation
Зеленые инновации	Инвестиции в низкоуглеродные технологии, НИОКР в области климата	WIPO Green, Green Patent Initiative, НКР (финансовый сектор)

Источник: составлено автором.

Примечание: Ключевые стандарты и инициативы: GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol) — международный стандарт для учета и отчетности по выбросам парниковых газов (ПГ); TCFD (Task Force on Climate-related Financial Disclosures) — Рабочая группа по раскрытию финансовой информации, связанной с климатом (рекомендации); GRI (Global Reporting Initiative) — стандарты отчетности в области устойчивого развития; SASB (Sustainability Accounting Standards Board) — стандарты отчетности в области устойчивого развития для конкретных отраслей; ISO 14064 и ISO 14090 — международные стандарты, разработанные ISO (International Organization for Standardization), которые касаются выбросов ПГ и адаптации к изменению климата.

Сближение финансовой и нефинансовой отчетности, предлагаемое в рекомендациях Банка России и стандарте IFRS S2, позволит пользователям получать не только ключевую нефинансовую информацию, но и данные о влиянии климатических рисков на стоимость компании, а также о том, как организация управляет своими ресурсами и потенциалом в условиях климатических изменений и адаптации к ним.

Особое значение имеет отчетность по выбросам и поглощению парниковых газов, а также по мерам адаптации к климатическим изменениям. Основные требования к такой отчетности закреплены в российских национальных стандартах: ГОСТ Р ИСО 14064-1-2021 (учет и верификация выбросов парниковых газов) и ГОСТ Р ИСО 14080-2021 (методология климатических действий).

Заключение

Реализация Национального плана адаптации экономики России к изменениям климата требует четкого определения приоритетов на всех уровнях – от регионального и отраслевого до корпоративного. В этих условиях возрастает значение климатических рэнкингов и рейтингов, формируемых как международными, так и национальными агентствами.

Климатические рейтинги являются эффективным инструментом повышения прозрачности бизнеса, его инвестиционной привлекательности и устойчивости к климатическим рискам. Компании с высокими рейтингами получают значительные конкурентные преимущества: улучшение доступа к финансированию и льготным кредитам; рост доверия инвесторов; укрепление репутации и повышение лояльности потребителей. Кроме того, высокие оценки способствуют интеграции российских предприятий в глобальные цепочки создания стоимости.

Развитие системы климатических рейтингов способствует переходу России к низкоуглеродной экономике и минимизации климатических рисков. Особое значение в этом процессе имеет создание национальных рейтинговых платформ, способных учитывать специфику российской экономики. Западные агентства, подверженные политической конъюнктуре, нередко занижают оценки российских компаний, что делает развитие собственных национальных систем оценки особенно актуальным.

Однако существующее многообразие рейтинговых методик и платформ порождает ряд проблем. Отсутствие единых стандартов (разные метрики, критерии и подходы к оценке) затрудняет сопоставимость данных и принятие обоснованных решений инвесторами и регуляторами. Кроме того, некоторые компании искусственно завышают свои экологические показатели без реальных изменений в производственных процессах. Еще одной проблемой остается низкая вовлеченность малого и среднего бизнеса в рейтинговые системы из-за высоких затрат на подготовку отчетности и отсутствие стимулов для участия.

Для повышения эффективности климатических рейтингов необходимо развитие единых стандартов оценки, усиление контроля за достоверностью данных, а также создание механизмов поддержки компаний, особенно малого и среднего бизнеса, в процессе раскрытия климатической отчетности.

Список источников [References]

1. Быков А. А. О рисках изменения климата и устойчивого развития // Проблемы анализа риска. 2021. Т. 18. № 4. С. 8–14.
<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2021-18-4-8-14> [Bykov A. A. On the risks of climate change and sustainable development // Issues of Risk Analysis. 2021;18(4):8-14. (In Russ.)
<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2021-18-4-8-14>]
2. О климатической повестке в России. Первый ежегодный национальный доклад. М.: ИНП РАН, 2025. 52 с. [On the climate agenda in Russia. The first annual national report on the climate agenda in Russia. M.: IEF RAS, 2025. 52 p. (In Russ.)]
3. Порфирьев Б. Н., Ревич Б. А. Оценка возможного ущерба здоровью населения от воздействий, связанных с изменчивостью и изменением климата // Проблемы прогнозирования. 2024. № 2. С. 48–53.
<https://doi.org/10.47711/0868-6351-203-48-60> [Porfiriev B. N., Revich B. A. Assessing potential damage to public health from impacts associated with climate variability and climate change // Studies on Russian Economic Development. 2024;35(2):190-198.
<https://doi.org/10.1134/S107570072402014X>]
4. Макаров И. А., Чернокульский А. В. Влияние изменения климата на экономику России: рейтинг регионов по необходимости адаптации // Журнал Новой экономической ассоциации. 2023. № 4(61). С. 145–202
https://doi.org/10.31737/22212264_2023_4_145-202 — EDN LQDYUW [Makarov I. A., Chernokulsky A. V. Impacts of climate change on the Russian economy: ranking of regions by adaptation needs // Journal of the New Economic Association. 2023;(4):145–202 (In Russ.) https://doi.org/10.31737/22212264_2023_4_145-202 — EDN LQDYUW]
5. Dunn J., Fitzgibbons S. and Pomorski L. Assessing risk through environmental, social and governance exposures // Journal of Investment Management. 2018;16(1):4-17
6. Giese G., Eling L., Melas D., et al. Foundations of ESG investing: how ESG affects equity valuation, risk, and performance // The Journal of Portfolio Management. 2019;45:1–15
7. Никонов С. М., Богомазов П. А. Путь к устойчивому развитию в России: оценка ESG трансформации и адаптация к специфике компаний и региональным особенностям // Известия Субтропического научного центра Российской академии наук. 2023. № 3–1. С. 34–47.
[Nikonov S. M., Bogomazov P. A. The path to sustainable

development in Russia: assessment of ESG transformation and adaptation to the specifics of companies and regional characteristics // Bulletin of the Subtropical Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2023;(3-1):34-47. (In Russ.)]

Сведения об авторе

Михеев Петр Николаевич: кандидат экономических наук, член Русского общества управления рисками
Количество публикаций: 20

Область научных интересов: корпоративное управление, управление рисками и внутренний контроль, устойчивое развитие и вопросы изменения климата

ResearcherID: AAE-9530-2021

ORCID: 0000-0002-8640-1950

Контактная информация:

Адрес: 119602, г. Москва, Никулинская ул., д. 27-129

pmikheev@gmail.com

Статья поступила в редакцию: 03.07.2025

Одобрена после рецензирования: 13.08.2025

Принята к публикации: 14.08.2025

Дата публикации: 29.08.2025

The article was submitted: 03.07.2025

Approved after reviewing: 13.08.2025

Accepted for publication: 14.08.2025

Date of publication: 29.08.2025

УДК 336.64
Научная специальность: 5.2.4; 5.2.6
EDN: UGGOTS

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2025

Управление рисками финансирования инвестиционных проектов в сфере сохранения объектов культурного наследия

Каранина Е.В.,

Вятский государственный
университет,
610000, Россия, г. Киров,
ул. Московская, д. 36

Михайлюк Я.С.,

Уральский федеральный
университет,
620062, Россия,
г. Екатеринбург, ул. Мира,
д. 19

Торопова И.В.*,

Уральский федеральный
университет,
Уральский институт
управления –
филиал РАНХиГС,
620062, Россия,
г. Екатеринбург, ул. Мира,
д. 19

Котова О.В.,

Уральский государственный
экономический университет,
620144, Россия,
г. Екатеринбург, ул. 8 Марта,
д. 62

Аннотация

В статье рассматриваются проблемы управления финансовыми рисками при реализации проектов, связанных с объектами культурного наследия в России. Отмечается ухудшение физического состояния большинства зарегистрированных объектов, институциональная несогласованность между уровнями власти и нехватка единой цифровой базы данных. Выделяются этапы мероприятий при работе с объектами культурного наследия, каждый из которых сопряжен с определенными типами финансовых, юридических, технических и репутационных рисков. Предлагается методология количественной оценки совокупного риска и формула для анализа инвестиционной целесообразности, основанная на интеграции ключевых параметров проекта. Приведены примеры использования методики в условиях ограниченного финансирования и высокой неопределенности.

Ключевые слова: объекты культурного наследия; финансовые риски; реставрационные проекты; управление рисками; инвестиционный анализ; методика оценки рисков; юридические ограничения; государственно-частное партнерство; реставрация; адаптация; девелопмент.

Для цитирования: Каранина Е.В., Михайлюк Я.С., Торопова И.В., Котова О.В. Управление рисками финансирования инвестиционных проектов в сфере сохранения объектов культурного наследия // Проблемы анализа риска. 2025. Т. 22. № 4. С. 56–67. — EDN UGGOTS.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Risks Management of Financing Investment Projects in the Field of Preservation of Cultural Heritage

Elena V. Karanina,
Vyatka State University,
Moscow str., 36, Kirov, 610000,
Russia

Yaroslav S. Mikhailyuk,
Ural Federal University,
Mira str., 19, Ekaterinburg,
620062, Russia

Irina V. Toropova*,
Ural Federal University,
Ural Institute of Management –
a branch of RANEPa,
Mira str., 19, Ekaterinburg,
620062, Russia

Olga V. Kotova,
Ural State University
of Economics,
8 Marta str., 62, Yekaterinburg,
620144, Russia

Abstract

The article discusses the problems of financial risk management in the implementation of projects related to cultural heritage sites in Russia. There is a deterioration in the physical condition of most of the registered facilities, institutional inconsistency between the levels of government and the lack of a unified digital database. There are levels of activities when working with cultural heritage sites, each of which involves certain types of financial, legal, technical and reputational risks. A methodology for quantifying aggregate risk and a formula for analyzing investment feasibility based on the integration of key project parameters are proposed. Examples of using the methodology in conditions of limited funding and high uncertainty are given.

Keywords: cultural heritage sites; financial risks; restoration projects; risk management; investment analysis; risk assessment methodology; legal restrictions; public-private partnership; restoration; adaptation; development.

For citation: Karanina E.V., Mikhailyuk Ya.S., Toropova I.V., Kotova O.V. Risks management of financing investment projects in the field of preservation of cultural heritage // *Issues of Risk Analysis*. 2025;22(4):56–67. (In Russ.). — EDN UGGOTS.

The authors declare no conflict of interest

Содержание

Введение
1. Материалы и методы исследования
2. Результаты исследования
Заключение
Список источников

Введение

Состояние объектов культурного наследия (далее — ОКН) в России остается одной из наиболее острых проблем государственной культурной и градостроительной политики. Значительная часть памятников архитектуры и исторических сооружений находится в неудовлетворительном техническом состоянии, а механизмы их восстановления сталкиваются с недостаточным финансированием, сложными правовыми процедурами и высоким уровнем инвестиционной неопределенности. В условиях реализации национального проекта «Культура» и роста интереса к вовлечению ОКН в хозяйственный оборот возрастает потребность в создании практических инструментов, позволяющих не только идентифицировать риски, но и обоснованно управлять ими на всех стадиях проектной деятельности.

Тема исследования обладает высокой актуальностью, так как ориентирована на разработку практического инструмента управления финансовыми рисками, применимого в реальных реставрационных и инвестиционно-градостроительных проектах, связанных с ОКН. Предложение комплексной методики, основанной на количественной оценке рисков и показателях инвестиционной эффективности, соответствует современным требованиям к повышению результативности бюджетной политики и проектного управления в сфере историко-культурного наследия.

Целью исследования является разработка и апробация методики управления финансовыми рисками, возникающими при реализации проектов на ОКН, с учетом правовых и технических ограничений, а также особенностей инвестиционного и бюджетного финансирования.

1. Материалы и методы исследования

В качестве материалов исследования использованы: нормативно-правовые акты РФ в сфере охраны культурного наследия, статистические и ведомственные данные (Министерства культуры РФ, Росстата, Счетной палаты), документация по кейсам, реализованным консалтинговой компанией, а также научная и методическая литература по риск-менеджменту и инвестиционному анализу.

Методы исследования включают:

- системный анализ подходов к управлению финансовыми рисками в инвестиционных проектах [1–8, 10];

- сравнительно-географический метод: картографирование распределения ОКН по федеральным округам и выявление региональных особенностей состояния памятников;

- экономико-математическое моделирование: разработка формул количественной оценки рисков (финансовых, юридических, технических, репутационных).

2. Результаты исследования

На сегодняшний день состояние ОКН в России вызывает серьезную обеспокоенность как со стороны профессионального сообщества, так и с точки зрения градостроительной и инвестиционной политики. По данным Министерства культуры Российской Федерации, на начало 2025 г. в Едином государственном реестре объектов культурного наследия (ЕГРОКН) зарегистрировано 146 494 объекта. Это число включает памятники федерального, регионального и местного значения. При этом наблюдается устойчивая тенденция к увеличению количества выявленных объектов: только в 2024 г. было обнаружено и взято под охрану более 2,5 тыс. новых памятников, что на 15% больше, чем в предыдущем году.

Одной из особенностей системы ОКН в России является их крайне неравномерное территориальное распределение. Это отражает многовековую историю формирования государственности, особенности миграционных потоков, урбанизации и различий в культурном развитии регионов. География расположения ОКН напрямую влияет на характер рисков, связанных с их сохранением, адаптацией, инвестированием и градостроительным развитием. Понимание этой географической картины необходимо для оценки актуальности проблемы и формирования адекватных управленческих решений.

Наибольшее количество ОКН сосредоточено в Центральном федеральном округе, где зарегистрировано до 40% всех объектов. Это объясняется исторической насыщенностью территории. Здесь располагались древнерусские княжества, формировалась структура Русского государства, происходила интенсивная церковная и торговая жизнь. Особенно выделяются такие регионы, как город Москва, Московская, Владимирская, Тверская и Ярославская области. В этих регионах, где сосредоточены культовые сооружения, усадебная и купеческая застройка, а также крупные

исторические городские ансамбли, наблюдается сильнейшее инвестиционное давление и высокая плотность девелоперской активности, что создает постоянный конфликт между интересами сохранения наследия и современной застройки.

Северо-Западный федеральный округ занимает второе место по количеству объектов культурного наследия (около 25%). На его территории расположены всемирно признанные памятники архитектуры и города: Санкт-Петербург, Великий Новгород, Псков, Архангельск. Здесь значительное количество крепостного и монастырского зодчества, дворцовых комплексов, культовых сооружений и мемориальных объектов. Важно отметить, что в отличие от Центральной России, плотность исторических памятников сосредоточена в узких культурных коридорах и требует специфического подхода к территориальному планированию.

Приволжский федеральный округ охватывает около 15% от общего числа объектов. Его особенность — многонациональность и конфессиональное разнообразие. Помимо русской архитектуры, здесь представлены татарская, мордовская, башкирская, чувашская и другие культурные традиции. Города Казань, Нижний Новгород, Саратов, Пермь, Самара обладают богатым наследием купеческой, индустриальной и общественной архитектуры.

Южный и Северо-Кавказский округа в совокупности включают около 10% объектов культурного наследия. Это регионы с высокой этнической сложностью, многообразием религиозной архитектуры (православной, армянской, мусульманской), а также памятниками военной истории. При этом уровень разрушения объектов здесь особенно высок из-за прошлых вооруженных конфликтов, миграции населения и недостаточной институциональной защиты.

Уральский и Сибирский округа в сумме содержат около 10–12% объектов. Они включают в себя такие исторические центры, как Екатеринбург, Тобольск, Томск, Иркутск, Красноярск. Преобладают памятники деревянного зодчества, административные и промышленные здания эпохи купеческого расцвета и индустриализации, вокзалы Транссибирской магистрали. Вследствие неблагоприятных климатических условий и географической удаленности многие объекты сильно повреждены и нуждаются в консервации.

Дальневосточный федеральный округ содержит менее 2% всех ОКН, что обусловлено поздним освоением

территории и отсутствием масштабной дореволюционной застройки. Однако именно здесь встречаются уникальные форты, портовая инфраструктура, памятники начала XX века, нуждающиеся в быстрой правовой защите и инвентаризации.

Таким образом, территориальная структура культурного наследия России неоднородна (см. рис. 1). Основная масса объектов сосредоточена в европейской части страны — в Центральном, Северо-Западном и Приволжском округах, что совпадает с зонами максимального давления строительного рынка. Это подчеркивает необходимость особого внимания к этим регионам при формировании реставрационных программ, инвестиционной политики и правовых режимов охраны.

Тем не менее, несмотря на значительное количество зарегистрированных объектов, эксперты отмечают, что фактическое число памятников культурного наследия может быть значительно выше. По оценкам специалистов, не менее 30% потенциально ценных

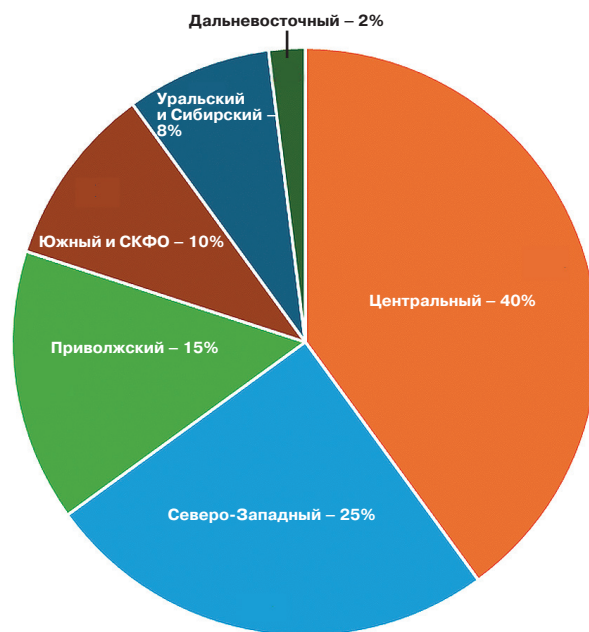


Рис. 1. Распределение объектов культурного наследия по федеральным округам РФ¹

Figure 1. Distribution of cultural heritage sites by federal districts of the Russian Federation

¹ Составлено авторами на основании источника: Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации / URL: <https://okn-mk.mkrf.ru/maps/> (дата обращения: 25.05.2025).

объектов еще не выявлены или не имеют официального статуса, что создает определенные сложности в плане их сохранения и использования. Таким образом, статистика и текущее состояние ОКН в России подчеркивают необходимость системного подхода к их выявлению, учету и сохранению. Это означает, что десятки тысяч объектов еще не выявлены, не имеют охранного статуса и не защищены от разрушения или несанкционированной застройки.

Особую тревогу вызывает физическое состояние уже зарегистрированных объектов. Более 60% из них находятся в неудовлетворительном или аварийном состоянии (см. рис. 2). Это касается, прежде всего, сельских храмов, усадебных ансамблей, деревянной застройки, промышленных и транспортных объектов XIX–XX веков. Большинство из них не имеют балансодержателя, не используются, не включены в федеральные или региональные программы реставрации, а потому продолжают разрушаться. Особенно острая ситуация наблюдается в малых городах и сельских

поселениях, где отсутствует инвестиционный интерес, а возможности местных бюджетов ограничены.

При этом с каждым годом нагрузка на территорию возрастает: развивается девелопмент, изменяются правила землепользования, реализуются инфраструктурные проекты. Без своевременной фиксации ОКН и их правового статуса это создает риски для всех участников процесса — от органов власти до инвесторов. Юридическая неопределенность и фрагментарность данных в кадастровых и градостроительных системах нередко приводят к конфликтам, судебным спорам, остановке работ и уничтожению культурных ценностей.

Работа с ОКН важна не только с точки зрения культурной памяти. Это также инвестиционно значимая задача. Грамотно вовлеченные объекты могут стать частью туристической инфраструктуры, использоваться в рамках государственно-частного партнерства, приносить арендную доходность, повышать капитализацию территорий. Однако реализация таких проектов требует предварительной оценки рисков, экономической целесообразности и разработку механизмов защиты. Для этого требуется не просто правовой контроль, а внедрение системы предварительного анализа рисков и инвестиционной эффективности. Это позволит принимать обоснованные решения о реставрации, адаптации или отказе от проекта.

Наряду с физическим износом ОКН, отсутствием инвестиций и ограниченными возможностями муниципалитетов, значительная часть проблем в сфере их сохранения кроется в самой организации системы управления. Согласно результатам проверок Счетной палаты Российской Федерации, были выявлены существенные системные и институциональные упущения, негативно влияющие на эффективность охраны и реставрации объектов историко-культурного наследия.

Прежде всего, речь идет о хроническом недофинансировании. Хотя в стране насчитываются десятки тысяч объектов, многие из которых находятся в аварийном состоянии, объемы федеральных и региональных ассигнований на реставрацию и охранные мероприятия остаются на крайне низком уровне. Даже для объектов, включенных в соответствующие программы, зачастую отсутствует достаточное финансирование для проведения полноценного проектирования, инженерных изысканий или консервации, и, как следствие, реализация запланированных

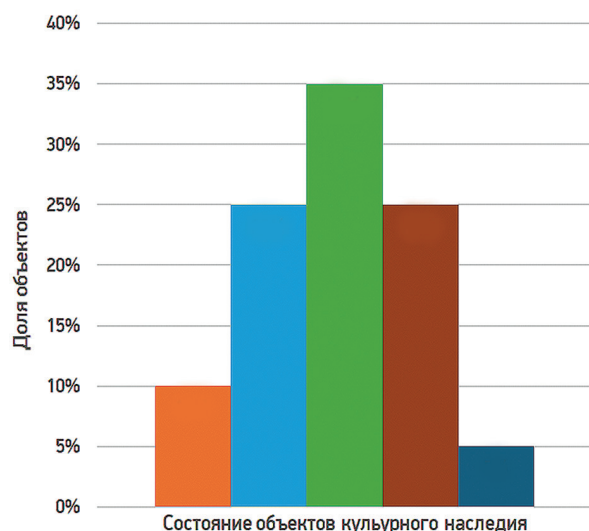


Рис. 2. Оценка состояния объектов культурного наследия: хорошее — 10%; удовлетворительное — 25%; неудовлетворительное — 35%; аварийное — 25%; утраченное (частично/полностью) — 5%²

Figure 2. Assessment of the condition of cultural heritage sites: good — 10%; satisfactory — 25%; unsatisfactory — 35%; emergency — 25%; lost (partially/completely) — 5%

² Составлено авторами: на основании источника [11] и Единого государственного реестра объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации / URL: <https://okn-mk.mkrf.ru/maps/> (дата обращения: 25.05.2025).

мероприятий либо растягивается на годы, либо не начинается вовсе.

Не менее серьезной проблемой является отсутствие единой цифровой информационной системы, в которой бы аккумулировалась вся информация об объектах: их местоположение, текущий статус, степень сохранности, правовой режим, наличие охранных зон, проведенные работы. На практике сведения о памятниках разрозненно хранятся в базах данных различных ведомств, таких как Министерство культуры, Росреестр, а также региональные и муниципальные органы, при этом они часто не синхронизированы, а в ряде случаев — противоречат друг другу. В результате даже простые задачи, например, получение сведений о возможности реставрации объекта или включения его в инвестиционный проект, превращаются в длительный бюрократический процесс с высоким риском ошибок.

Особую тревогу вызывает недостаточная координация между уровнями власти. Федеральные, региональные и муниципальные органы нередко дублируют функции, действуют разрозненно и несогласованно. Это проявляется как в процессе подготовки и реализации программ, так и в повседневной административной практике. Отсутствие четко закрепленной ответственности и вертикали принятия решений приводит к тому, что даже при наличии желания и ресурсов реставрационные проекты буксуют. Типичная ситуация: объект включен в реестр, но не попадает в градостроительную документацию, либо, напротив, — проект разрабатывается, но не получает поддержки из бюджета.

Также выявлены факты нарушений правового режима охраны памятников. Речь идет о случаях, когда строительные, земляные или хозяйственные работы проводились на территории охраняемых объектов без согласований и проектной документации. Существующая система надзора за соблюдением законодательства в этой сфере недостаточно эффективна: контрольные функции рассредоточены, а меры ответственности за нарушения применяются редко и не всегда в полной мере.

Для наглядного представления ключевых причин разрушения и утраты ОКН, связанных не с физическим износом, а с институциональными недостатками системы их охраны, целесообразно использовать причинно-следственную диаграмму (см. рис. 3).

Каждая из представленных групп включает в себя конкретные факторы, которые взаимосвязаны и усиливают друг друга. Итоговое следствие — разрушение, утрата или деформация объектов, их исключение из активной культурной и инвестиционной жизни.

Все вышеперечисленные проблемы имеют общий знаменатель — отсутствие структурированной системы оценки, планирования и управления. Без единой базы, без институциональной скоординированности и без четких механизмов принятия решений даже самые благие намерения по сохранению культурного наследия остаются декларацией. Это делает особенно актуальной задачу разработки инструментов, которые бы позволили принимать обоснованные, прогнозируемые и экономически выверенные решения.

Таким образом, институциональные проблемы в сфере охраны ОКН требуют не просто увеличения финансирования, но и создания гибкой, адаптивной, цифровой, поддерживаемой системы принятия решений, в которой каждый объект анализируется с точки зрения рисков, потенциала и реальной эффективности вложений. Такая методика может стать одним из элементов такой системы и использоваться на всех уровнях — от муниципальных органов до федеральных программ реставрации.

Современные методы, включая цифровое моделирование, инновационные строительные технологии и автоматизированные системы мониторинга, позволяют не только повысить эффективность управления такими объектами, но и адаптировать их к современным требованиям, сохраняя при этом историческую ценность. Однако эти преимущества несут в себе финансовые риски, связанные с высокой стоимостью реставрационных работ, необходимостью строгого соблюдения законодательных норм, сложностью в прогнозировании затрат и вероятностью непредвиденных расходов. Игнорирование или несвоевременное выявление таких рисков может привести к перерасходу бюджета, юридическим санкциям, а в ряде случаев — к утрате инвестиционной привлекательности объекта.

Согласно нашему предыдущему исследованию [9], мероприятия по работе с ОКН можно разделить на несколько уровней, включая охранные, реставрационные, адаптационные и реконструкционные. Каждый уровень предполагает различные подходы и механизмы финансирования, а также влечет за собой



Рис. 3. Модель Ишикавы по разрушению и утрате объектов культурного наследия
Составлено авторами на основании источника [11]

Figure 3. Ishikawa's model of destruction and loss of cultural heritage objects

специфические финансовые риски. Важно учитывать, что работа с такими объектами требует комплексного подхода, который должен включать предварительную оценку состояния объекта, прогнозирование возможных угроз и детальное финансовое планирование.

В связи с этим становится актуальной задача разработки методологии поиска и выявления финансовых рисков при работе с ОКН. Такая методология должна учитывать специфику подобных объектов, включать системный анализ потенциальных угроз и предлагать инструменты их минимизации. Введение такой системы позволит не только снизить финансовые потери, но и повысить эффективность планирования и реализации проектов.

Эффективная работа с ОКН требует не только точного прогнозирования финансовых рисков, но и четко структурированного подхода к проведению необходимых мероприятий. В зависимости от состояния объекта, целей его использования и существующих правовых ограничений, все мероприятия можно разделить на несколько основных уровней, каждый из которых имеет свою специфику и требует различных ресурсов:

- охранные мероприятия, направленные на предотвращение разрушения и поддержание текущего состояния объекта;
- реставрационные мероприятия, предполагающие восстановление исторического облика и требующие значительных затрат на материалы и квалифицированную рабочую силу;
- адаптационные мероприятия, позволяющие приспособить объект к современному использованию, но при этом сопряженные с техническими и правовыми ограничениями;
- реконструкционные мероприятия предполагающие частичное изменение структуры здания, что связано с комплексными инвестициями и необходимостью согласования проекта с органами охраны наследия.

Как было установлено в работе [9], каждый из этих уровней сопряжен с различными финансовыми рисками, связанными с затратами на работы, юридическими обязательствами, непредвиденными расходами и возможными изменениями в нормативно-правовой базе. Поэтому для эффективного управления проектами,

необходимо не только выявлять и анализировать эти риски, но и выбирать оптимальный уровень мероприятий в зависимости от текущих условий (см. табл. 1).

Обратимся к подробному анализу каждого уровня, сопровождая исследование конкретными примерами из реставрационной практики.

1. Охранные мероприятия — направлены на сохранение объекта в неизменном виде и предотвращение его разрушения. Такие меры особенно актуальны для зданий, которые находятся в аварийном состоянии, но не могут быть подвергнуты серьезным изменениям без разрешения органов охраны культурного наследия. Этот аспект характерен высокими эксплуатационными расходами, так как поддержание объекта требует затрат на охрану, отопление, защиту от осадков и вандализма. Кроме того, существует риск возникновения аварийного состояния: если не проводить поддерживающие работы, то могут возникнуть серьезные повреждения, требующие дорогостоящего ремонта. Например, исторический особняк признан памятником архитектуры, но находится в плохом состоянии. Владелец запрещен проводить значительные изменения, поэтому здание, будучи под охраной, постепенно разрушается от воздействия погодных условий, климата и других неблагоприятных факторов.

2. Реставрационные мероприятия — предполагают работы по восстановлению оригинального вида здания с применением исторических материалов и технологий. Этот процесс требует привлечения квалифицированных специалистов и серьезных

инвестиций. Для реставрационного уровня характерно:

- высокая стоимость работ и материалов, так как традиционные технологии и ручная работа могут значительно увеличить бюджет;
- трудности с планированием бюджета, в процессе реставрации часто выявляются скрытые дефекты, требующие дополнительных затрат;
- длительные сроки реализации проекта, необходимость согласования с государственными органами и сложность работ могут растянуть процесс на годы.

Например, фасад старинного театра восстанавливается с использованием оригинальных технологий XIX века, что увеличивает стоимость проекта от 30% до 50%.

3. Адаптационные мероприятия — направлены на функциональное использование объекта в современных условиях без утраты его исторической ценности. Это может быть модернизация инженерных систем, перепланировка или изменение назначения здания. Для этого уровня характерен большой инвестиционный риск, так как интеграция современных коммуникаций требует значительных затрат. Также проблемой могут стать юридические ограничения на изменения, так как нельзя менять внешний облик или конструктивные элементы без согласования. Например, здание XIX века превращается в гостиницу, и установка современных систем отопления и водоснабжения обходится в несколько миллионов рублей.

4. Реконструкционные мероприятия — предполагают существенные изменения объекта, с сохранением

Таблица 1. Уровни мероприятий при работе с ОКН и их ключевые характеристики

Table 1. Levels of cultural heritage activities and their key characteristics

Уровень мероприятий	Цель	Основные действия	Риски
Охранный	Сохранение объекта и предотвращение разрушения	- постановка на учет как ОКН; - мониторинг состояния; - охрана и профилактические меры	- высокие эксплуатационные расходы; - ограниченные возможности использования; - риск аварийного состояния
Реставрационный	Восстановление исторического облика	- исследования и экспертизы; - консервация и реставрация; - применение традиционных технологий	- высокая стоимость работ и материалов; - трудности с планированием бюджета; - длительные сроки реализации
Адаптационный	Приспособление объекта к современным условиям	- модернизация инженерных систем; - перепланировка; - введение новых функций	- большие инвестиции в обновление; - юридические ограничения на изменения; - непредвиденные технические сложности
Реконструкционный	Частичная перестройка с сохранением ключевых элементов	- достройка, расширение; - частичная замена конструкций; - создание новых функциональных зон	- высокие затраты на проектирование; - возможные конфликты с обществом; - риск отказа в согласовании изменений

его ключевых исторических элементов. Такой подход часто используется для бывших промышленных зданий, которые превращаются в современные пространства. Для этого этапа характерны высокие затраты на проектирование, так как необходимо учитывать как современные требования, так и исторические ограничения.

Каждый уровень мероприятий имеет свой набор рисков, поэтому необходимо прогнозировать возможные финансовые потери и тщательно оценивать состояние объекта перед выбором стратегии. Для эффективного управления проектом необходимо разработать системную методику поиска, классификации и количественной оценки рисков. В работе [9] авторами уже было отмечено, что для разработки системы количественной оценки рисков необходимо выделить следующие ключевые этапы:

- идентификация рисков — на текущем этапе выявляются все возможные угрозы, связанные с проектом;
- классификация рисков — риски разделяются по категориям (финансовые, юридические, технические и репутационные);
- количественная оценка рисков — расчет потенциальных финансовых потерь и влияния на проект;
- разработка стратегии управления рисками — определение мер по снижению или избежанию рисков.

Одной из ключевых причин неэффективного расходования бюджетных средств в сфере охраны культурного наследия является отсутствие объективной системы отбора проектов, подлежащих государственному софинансированию. На практике нередко происходит ситуация, при которой в реставрационные программы попадают объекты, имеющие крайне высокие юридические, технические или экономические риски, но при этом не обладающие потенциалом возврата инвестиций или устойчивой эксплуатации после завершения работ.

С целью устранения этой проблемы авторы предлагают внедрить предварительную количественную экспертизу инвестиционной целесообразности при принятии решений о включении объекта культурного наследия в бюджетные программы или предоставлении финансовой поддержки со стороны государства.

Каждый проект перед включением в программу должен пройти экспертный анализ, в рамках которого определяется:

1. *Уровень совокупного риска проекта.* Исходя из методики классификации рисков, предлагается вывести общую формулу для принятия целесообразности решения, которая объединит все ключевые параметры проекта.

$$V_{\text{чист}} = V_{\text{общ}} - (R_{\text{фин}} + R_{\text{юр}} + R_{\text{тех}} + R_{\text{реп}});$$

$$V_{\text{общ}} = (D_{\text{прм}} + D_{\text{косв}}) - C_{\text{общ}},$$

где:

- $V_{\text{чист}}$ — чистая ожидаемая выгода проекта;
- $V_{\text{общ}}$ — общая ожидаемая выгода;
- $D_{\text{прм}}$ — прямой доход;
- $D_{\text{косв}}$ — косвенные экономические эффекты;
- $C_{\text{общ}}$ — суммарные затраты на проект;
- $R_{\text{фин}}$ — финансовые риски;
- $R_{\text{юр}}$ — юридические риски;
- $R_{\text{тех}}$ — технические риски;
- $R_{\text{реп}}$ — репутационные риски.

2. *Ожидаемый экономический эффект от реализации проекта.* Рассчитываются показатели чистой приведенной стоимости (NPV) и внутренней нормы доходности (IRR) проекта. Эти параметры отражают потенциальную экономическую эффективность и устойчивость проекта при реализации.

3. *Категория приоритетности.* В зависимости от сочетания риска и эффективности ОКН присуждается категория от А до D, где А — безусловно целесообразен, а D — экономически неэффективен (см. табл. 2).

Результаты такой оценки оформляются в виде экспертного заключения, которое становится обязательным приложением к заявке на финансирование и основой для принятия взвешенного решения

Таблица 2. Матрица оценки инвестиционной привлекательности объектов культурного наследия
Table 2. Matrix for assessing the investment attractiveness of cultural heritage sites

Категория	Условия	Интерпретация
A	$R \geq 5$, $NPV > 0$, $IRR \geq 15\%$	Инвестиционно устойчивый, приоритетный
B	$3 \geq R > 5$, $NPV > 0$, $10\% \leq IRR < 15\%$	Умеренно эффективный, допустимый
C	$1 \geq R > 3$, $NPV \approx 0$ или $IRR < 10\%$	Сомнительный, возможна доработка
D	$R < 1$, $NPV < 0$, $IRR < 8\%$	Высокорисковый, исключается или консервируется

соответствующими органами. Такой подход создает действенный механизм предотвращения неэффективного расходования государственных средств и обеспечивает приоритетное финансирование действительно перспективных проектов.

Заключение

В результате проведенного исследования была разработана и апробирована методика количественной оценки финансовых рисков, возникающих при реализации проектов на объектах культурного наследия. Предложенный подход позволяет учитывать специфику правового регулирования, технические ограничения и инвестиционную неопределенность, что особенно актуально в условиях дефицита бюджетных ресурсов и необходимости привлечения частных инвесторов.

Формализованный расчет совокупного риска, дополненный анализом инвестиционной эффективности, обеспечивает комплексную оценку проектной устойчивости и позволяет принимать более обоснованные решения на этапах планирования, реализации и контроля. Предложенная авторами методика может быть использована при реализации государственных программ, включая мероприятия в рамках национального проекта «Культура».

Список источников [References]

1. Y. Ma, W. Zhao, X. Zhang and Z. Gao, «Embodied Cognition guides virtual-real interaction design to help yicheng flower drum intangible cultural heritage dissemination» in 2023 Asia Conference on Cognitive Engineering and Intelligent Interaction (CEII), Hong Kong, Hong Kong, 2023, pp. 1–7, <https://doi.org/10.1109/CEII60565.2023.00009>
2. Ерешко Ф. И., Каранина Е. В., Ткаченко А. В. Методика прогнозной оценки рисков предприятия // Мягкие измерения и вычисления. 2025. Т. 86. № 1. С. 64–73 <https://doi.org/10.36871/2618-9976.2025.01.006>. – EDN RNCHKS [Ereshko F. I., Karanina E. V., Tkachenko A. V. Method of forecast assessment of enterprise risks // Soft Measurements and Computing. 2025;86(1)64–73. (In Russ.) <https://doi.org/10.36871/2618-9976.2025.01.006>. – EDN RNCHKS]
3. Каранина Е. В., Спеко М. С. Оценка рисков финансовой безопасности на региональном уровне // Проблемы анализа риска. 2025. Т. 22. № 2. С. 36–47. – EDN OLEROZ [Karanina E. V., Speko M. S. Assessment of financial security risks at the regional level // Issues of Risk Analysis. 2025;22(2):36–47. (In Russ.) EDN OLEROZ]
4. Корабельникова С. С., Леонтьева М. В. Экономические риски при выполнении ремонтно-реставрационных работ на объектах культурного наследия // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 17. № 12(153). С. 174–180 <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2024.12.17.022> – EDN BZEPJO [Korabelnikova S. S., Leontieva M. V. Economic risks in carrying out repair and restoration work on cultural heritage sites // Ekonomika i Upravlenie: Problemy, Resheniya. 2024;17(12)174–180. (In Russ.) <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2024.12.17.022> – EDN BZEPJO]
5. Матвеев В. В., Тарновский В. В. Риски в управлении проектами социально-культурной сферы // Естественно-гуманитарные исследования. 2022. № 44(6). С. 448–452. – EDN BMYFFL [Matveev V. V., Tarnovsky V. V. Risks in the management of socio-cultural projects // Natural-Humanitarian Studies. 2022;(44):448–452. (In Russ.) – EDN BMYFFL]
6. Новицкий А. А. Современные тенденции в инвестиционной политике российских публичных компаний // Трансформация экономики и финансового сектора России: вызовы и тренды: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 30 марта 2023 года. М.: Московский финансово-промышленный университет «Синергия», 2023. С. 280–281. – EDN PZGCHU [Novitsky A. A. Current trends in the investment policy of russian public companies // Transformation of the economy and financial sector of Russia: challenges and trends: collection of materials from the All-Russian Scientific and Practical Conference, Moscow, March 30, 2023. M.: Moscow Financial and Industrial University «Synergy», 2023. P. 280–281. (In Russ.) – EDN PZGCHU]
7. Овсянникова Т. Ю., Котова О. В., Скуридина Ю. Б. Оценка инвестиционной приоритетности недвижимых объектов культурного наследия как инструмент распределения финансовых ресурсов региональных целевых программ // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2011. № 1(13). С. 20–30. – EDN NQYGZP [Ovsyannikova T. Yu., Kotova O. V., Skuridina Ju. B. Evaluation of the investment priorities of immovable cultural heritage as a tool for allocating financial resources of target regional programs // Tomsk State University Journal of Economics. 2011;(1):20–30. (In Russ.) – EDN NQYGZP]

8. Поляков С. А. Международный опыт применения системы риск-менеджмента в сфере культурного наследия // Наследие и современность. 2020. Т. 3. № 2. С. 64–73. – EDN AVUBIO [Poliakov S. International experience of risk management application in the field of cultural heritage // Heritage and Modern Times. 2020;3(2):64-73. (In Russ.). – EDN AVUBIO]
9. Торопова И. В., Михайлюк Я. С. Методология оценки финансовых рисков при инвестировании в объекты культурного наследия // Экономика сегодня: современное состояние и перспективы развития (Вектор-2025): Сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием, Москва, 21 мая 2025 года. М.: Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2025. – С. 125–127. ISBN 978-5-00181-815-1 [Toropova I. V., Mikhailyuk Y. S. Methodology for assessing financial risks when investing in cultural heritage sites // Economics today: current state and development prospects (Vector-2025): Collection of materials from the All-Russian Scientific Conference of Young Researchers with International Participation, Moscow, May 21, 2025. M.: Russian State University named after A. N. Kosygin (Technologies. Design. Art), 2025. P. 125–127. ISBN 978-5-00181-815-1. (In Russ.)]
10. Шайхутдинова З. Ф. Управление финансовыми рисками при реализации проектов в банках // Общественные и экономические науки. Студенческий научный форум: Сборник статей по материалам LXII студенческой международной научно-практической конференции, Москва, 03 мая 2023 года. Том 5 (62). М.: Общество с ограниченной ответственностью «Международный центр науки и образования», 2023. С. 76–83. – EDN VTBHNP [Shaikhutdinova Z. F. Financial risk management in the implementation of projects in banks // Social and economic sciences. Student Scientific Forum: Collection of articles based on the materials of the LXII student international scientific and practical conference, Moscow, May 03, 2023. Vol. 5 (62). M.: Limited Liability Company «International Center for Science and Education», 2023. P. 76–83. (In Russ.). – EDN VTBHNP]
11. Актуальные проблемы экономики культурного наследия / Государственный институт искусствознания; под редакцией А. Я. Рубинштейна. М.: Государственный институт искусствознания, 2016. 108 с. ISBN 978-5-98287-102-2. – EDN WDMIBX

[Shaikhutdinova Z. F. Financial risk management in the implementation of projects in banks // Social and economic sciences. Student Scientific Forum: Collection of articles based on the materials of the LXII student international scientific and practical conference, Moscow, May 03, 2023. Vol. 5 (62). M.: Limited Liability Company «International Center for Science and Education», 2016. 108 p. ISBN 978-5-98287-102-2. (In Russ.). – EDN WDMIBX]

Сведения об авторах

Каранина Елена Валерьевна: доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой финансов и экономической безопасности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Вятский государственный университет» (ВятГУ)

Количество публикаций: более 450

Область научных интересов: экономическая безопасность региона, оценка рисков, резилиенс-диагностика безопасности и устойчивости региональных экосистем

ResearcherID: L-1395-2016

Scopus Author ID: 57192661919

ORCID: 0000-0002-5439-5912

SPIN-код: 3778-3516

Контактная информация:

Адрес: 610000, г. Киров, ул. Московская, д. 36

Karanina@vyatsu.ru

Михайлюк Ярослав Сергеевич: магистр финансов, кафедра финансов, денежного обращения и кредита, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

Количество публикаций: 3

Область научных интересов: оценка финансовых рисков, инвестиционный анализ

Контактная информация:

Адрес: 620062, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19

Торопова Ирина Владимировна: кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры финансов, денежного обращения и кредита, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», кафедра экономической теории, Уральский институт управления – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образо-

вания «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации»
Количество публикаций: 97, в т.ч. учебных пособий и монографий

Область научных интересов: учет и отчетность, анализ хозяйственной деятельности предприятия

ORCID: 0000-0003-2066-3090

SPIN-код: 7717-2422

Контактная информация:

Адрес: 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19
ivs72@bk.ru

Котова Ольга Владимировна: кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры конкурентного права и анти-монопольного регулирования Уральского государственного экономического университета

Количество публикаций: 84, в т.ч. учебных пособий и монографий

Область научных интересов: финансы, аудит и контроль, банковская деятельность

ORCID: 0000-0003-4748-7891

SPIN-код: 6129-3060

Контактная информация:

Адрес: 620114, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 62
olgav1969@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 02.06.2025

Одобрена после рецензирования: 02.07.2025

Принята к публикации: 11.07.2025

Дата публикации: 29.08.2025

The article was submitted: 02.06.2025

Approved after reviewing: 02.07.2025

Accepted for publication: 11.07.2025

Date of publication: 29.08.2025

УДК 338.2
Научная специальность: 5.2.6
EDN UINUTT

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2025

Цифровой мониторинг рисков на тепловых электростанциях: прогнозная аналитика в условиях импортозамещения

Адарчев О.В.,

Академия военных наук
Российской Федерации,
119330, Россия, г. Москва,
Университетский проспект,
д.14

Аннотация

В статье рассматриваются актуальные вопросы цифрового мониторинга рисков на тепловых электростанциях (ТЭС). Изучены аспекты применения инструментов бизнес-аналитики в интересах управления производственными рисками в условиях импортозамещения с акцентом на агрегацию данных автоматизированных систем управления технологическими и бизнес-процессами.

Ключевые слова: тепловые электростанции; ERP-системы; автоматизированная система управления технологическими процессами; HRM-системы; BI-аналитика; панель рисков; мониторинг рисков; импортозамещение.

Для цитирования: Адарчев О.В. Цифровой мониторинг рисков на тепловых электростанциях: прогнозная аналитика в условиях импортозамещения // Проблемы анализа риска. 2025. Т. 22. № 4. С. 68–73. — EDN UINUTT.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

Digital Risk Monitoring at Thermal Power Plants: Predictive Analytics in the Context of Import Substitution

Oleg V. Adarchev,

Academy of Military Sciences of the Russian Federation,
Universitetskiy pr., 14, Moscow,
119330, Russia

Abstract

The article addresses current issues of digital risk monitoring at thermal power plants. It examines aspects of applying business intelligence tools for managing production risks in the context of import substitution, with a focus on aggregating data from automated control systems for technological and business processes.

Keywords: thermal power plant; ERP systems; automated process control systems; HRM systems; BI analytics; risk dashboard; risk monitoring; import substitution.

For citation: Adarchev O.V. Digital risk monitoring at thermal power plants: predictive analytics in the context of import substitution // Issues of Risk Analysis. 2025;22(4):68–73. (In Russ.). — EDN UINUTT.

The author declares no conflict of interest

Содержание

Введение

1. Агрегация данных мониторинга производственных рисков

2. Пути совершенствования мониторинга и оценки рисков

Заключение

Список источников

Введение

Важную роль в мониторинге рисков на энергетических предприятиях играет предоставление оперативной, наглядной и структурированной информации о текущем и перспективном состоянии производственных процессов и потенциальных угрозах. Эта задача решается путем интеграции информационных панелей риска в корпоративную информационную систему управления. При этом вопросы формирования соответствующей методики оценки, а также архитектуры системы на основе объектно-ориентированного принципа и сопутствующего пользовательского интерфейса, еще не нашли комплексного отражения в научной литературе.

1. Агрегация данных мониторинга производственных рисков

Как известно, контроль за техническим состоянием оборудования ТЭС осуществляется с использованием систем автоматизированного управления технологическими процессами (АСУ ТП). Однако статистика сбоев и аварий показывает, что диагностические средства таких систем недостаточно эффективны, так как не могут анализировать изменения состояния оборудования, а лишь фиксируют события и накапливают данные [1, с. 233].

Агрегация статистических данных АСУ ТП и управления бизнес-процессами (ERP) создает необходимую информационную основу для оперативного отслеживания параметров работы оборудования, предотвращения аварий, определения стоимости ремонтных мероприятий и т.п. Однако в условиях цифровизации и санкционных ограничений российские ТЭС сталкиваются с проблемами адаптации подходов к мониторингу и оценке рисков [2, с. 18]. Наибольшие сложности возникают, если речь идет о больших системах АСУ ТП и ERP в крупных непрерывных производствах, где требуется модернизация всего комплекса или его значительной части. В связи с этим определенные перспективы имеет использование открытых систем, особенно для тех заказчиков, которые стремятся избежать зависимости от зарубежных производителей и готовы использовать доступные на рынке компоненты¹.

¹ АСУ ТП и импортозамещение. Технологии, продукты, перспективы развития, комментарии экспертов ИТ-рынка / URL: <https://ict-online.ru/analytics/ASU-TP-i-importozameshcheniye-Tekhnologii-produkty-perspektivy-razvitiya-kommentarii-ekspertov-IT-rynka-294116> (дата обращения: 08.04.2025).

Системы с открытым исходным кодом предоставляют уникальные преимущества с точки зрения кастомизации отечественных программных решений за счет настройки технологической платформы для поддержки новых бизнес-моделей и интеграции их с корпоративным софтом. При этом ключевым трендом повышения уровня цифровизации ТЭС может быть агрегация информации АСУ ТП и ERP-систем с использованием распределенной платформы для потоковой обработки данных² с последующим представлением аналитики с использованием российских аналогов BI-систем, выступающих в качестве самостоятельной платформы для создания панелей управления рисками (см. табл.).

Для анализа данных на ТЭС в связке с потоковыми платформами и BI-системами могут применяться высокопроизводительные системы управления базами данных с открытым исходным кодом, разработанные для обработки больших объемов данных в реальном времени.

В качестве агрегированного представления таких данных предлагается адаптивная информационная панель «Производственные риски ТЭС», в рамках которой представлен расчет интегрального значения рисков относительно критического значения (см. рис.). При оценке рисков использовались показатели, отражающие основные угрозы для деятельности ТЭС на юге России: концентрация пыли (КП), температурная нагрузка (ТН), средняя относительная влажность (СОВ), а также универсальные показатели — износ оборудования (ИО), количество технических сбоев и аварийных остановок (КАО), загруженность оборудования (ЗО) с учетом нормализующего показателя — коэффициента его обслуживания или выполненных ремонтов оборудования (ВРО).

Расчет интегрального значения производится с использованием метода взвешенной суммы, основанного на свертывании всех критериев в один обобщенный, представляющий собой сумму критериев, взвешенных коэффициентами их относительной важности или весами [3, 41]. Эти критерии получены в результате расчетов и являются значениями показателей, выделенных при помощи экспертной оценки коэффициентов важности.

² Например, семейства Apache или российских аналогов – платформы на базе Tarantool или ClickHouse.

Таблица. Основные технические методы интеграции

Table. Basic technical integration methods

Метод	Инструменты	Преимущества	Недостатки
Прямое подключение	1С:ЗУП → Power BI Connectors/российские аналоги (например, «Текон», «Р7-Офис», «DataLens») HRM → Power BI (через API или коннекторы)	Реальное время данных	Требует настройки прав доступа
Файловый обмен	CSV/Excel из HRM → Power BI или российские аналоги	Простота	Ручные операции

Интегральный показатель производственных рисков (ИППР) с помощью метода взвешенной суммы определяется по следующей формуле:

и
$$\text{ИППР} = \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i k_i}{1 + \beta_7 k_7}$$
$$0 \leq \text{ИППР} < 1,$$

где k_i — значение показателя i -го компонента производственных рисков.

С учетом приведенных характеристик данный интегральный показатель будет иметь следующий вид:

$$\text{ИППР} = \frac{b1КП + b2ТН + b3ИО + b4КАО + b5ЗО + b6СОВ}{1 + b7ВРО}.$$

При этом в числителе содержится взвешенная сумма различных показателей производственных рисков. Знаменатель — это нормализующий коэффициент, характеризующий выполнение плановых ремонтов (1 — базовое значение, гарантирующее, что знаменатель не станет нулевым или отрицательным).

ИППР можно рассчитывать для каждого месяца, что позволит отслеживать динамику рисков, выявлять сезонные закономерности, оперативно реагировать на изменения и оценивать, как внедренные меры (например, уменьшение интервалов техобслуживания) влияют на уровень рисков.

Кроме того, панель содержит сведения об уровне квалификации сменного персонала, с расчетом соответствующего индекса³, и об инцидентах с критическим оборудованием с калькуляцией потенциального прямого ущерба⁴.

³ При расчете квалификационного индекса также использовался метод взвешенной суммы выделенных показателей (приведены на рис. в таблице «Уровень квалификации сменного персонала»). В качестве нормализующих значений для соответствующих показателей каждого конкретного сотрудника использовались: 5 баллов – уровень аттестации, 20 лет – стаж, 40 час. профпереподготовки, 100 % – результаты тестов, среднее количество возможных инцидентов – 5 (например, $1 - 1/5 = 0,8$).

⁴ Рассчитывается на основе исторических данных, с учетом текущего курса национальной валюты.

Как видно из представленной информационной панели, особенностью тренда на агрегацию информации различных систем в рамках управления рисками является анализ данных системы управления персоналом (HRM). Использование при оценке производственных рисков HRM-систем обеспечивает учет человеческого фактора при оценке уровня безопасности и эффективности работы ТЭС. Например, из материалов кадрового/управленческого учета можно использовать графики сменности оперативного персонала ТЭС с показателями аварийности/отказов оборудования, а также уровня квалификации сотрудников смен с частотой ошибок. Так, очевидную корреляцию имеет отношение между квалификацией сменного персонала и количеством технических сбоев и аварий. Такая ситуация может накладываться на более общие проблемы управления трудовыми ресурсами. При этом в целом в промышленности отмечается нехватка инженерно-технических специалистов, в том числе с ключевыми компетенциями, необходимыми для работы в условиях цифровизации и санкционных ограничений [4, с. 16].

По сути, данная панель представляет собой модуль, который может быть настроен для мониторинга с учетом особенностей работы и уровня автоматизации процессов конкретной ТЭС.

2. Пути совершенствования мониторинга и оценки рисков

Использование систем с открытым кодом позволяет реализовать современные подходы к прогнозной аналитике с использованием машинного обучения для анализа данных и оценки возможности сбоев и аварий, в том числе с применением искусственного интеллекта. Так, с помощью алгоритмов машинного обучения на основе исторических данных можно предсказать износ и вероятность отказов оборудования. В качестве исходных данных принимаются, в частности,

Производственные риски ТЭС

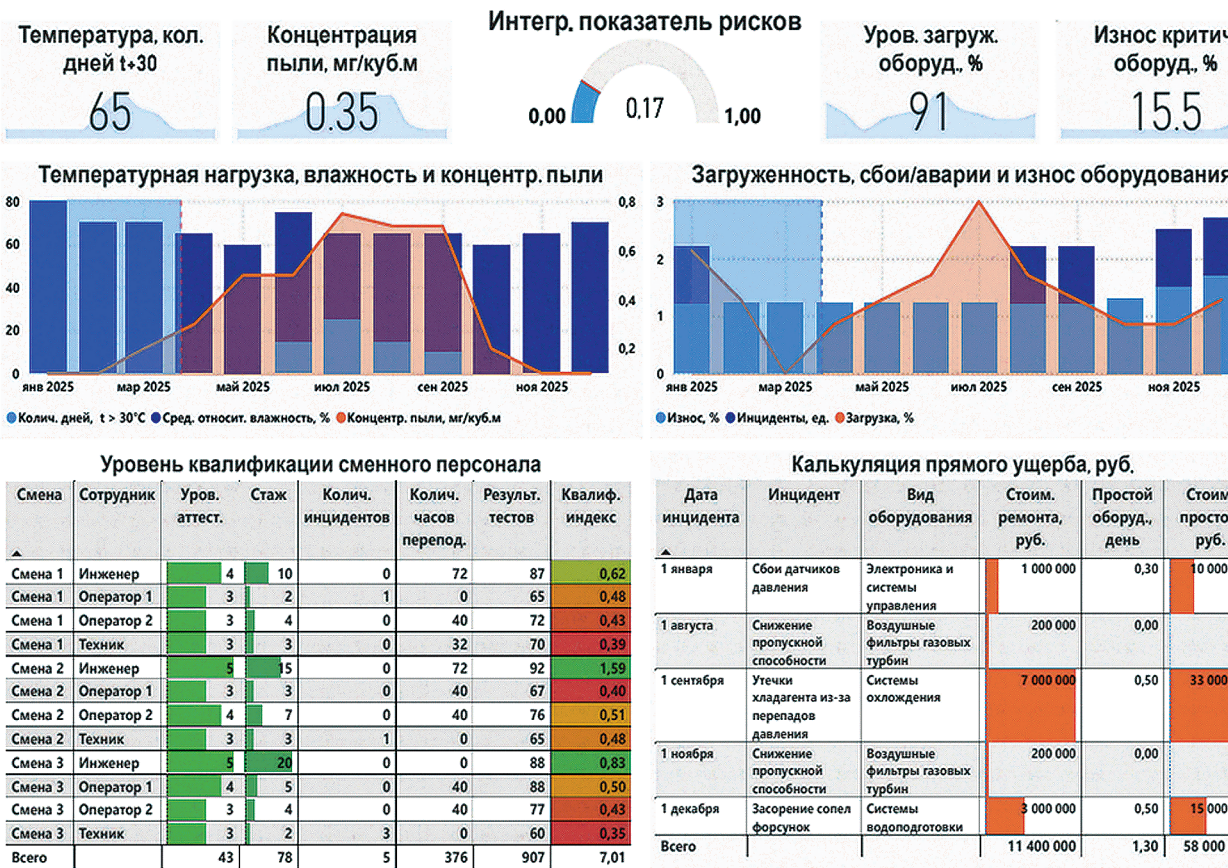


Рис. Пример информационной панели

Figure. An example of a dashboard

среднее время наработки на отказ и восстановление элементов, полученные на основе анализа статистики отказов оборудования и аварийных остановок энергетической системы.

Однако после того как расчет проведен и определены необходимые мероприятия, исходные данные меняются, и возникает необходимость прогнозирования изменения новых характеристик элементов в результате проводимых технических действий (ремонт, замена компонентов, модернизация). Это делает предыдущие расчеты надежности устаревшими, что является одной из ключевых проблем оценки надежности оборудования ТЭС, в том числе и в связи с возникновением новых рисков (например, из-за неучтенных взаимодействий между обновленными компонентами).

Для решения этой проблемы нужна достоверная оценка технического состояния оборудования, как с использованием автоматизированного структурно-логического моделирования, так и систем реального времени (например, цифровые двойники). Для их развития необходимо накопление значительного объема статистических данных, а также инструментов анализа для прогнозирования состояния оборудования и условий возникновения инцидентов [1, с. 235]. Так, в атомной промышленности применяются отечественные программные комплексы, позволяющие проводить анализ свойств устойчивости (надежности, живучести, безопасности) различных сложных системных объектов и процессов⁵.

⁵ Инструкция пользователя ПК АРБИТР (версия 1.0.1), г. Санкт-Петербург, 2024. С. 4–5.

Таким образом, совершенствование мониторинга рисков на ТЭС требует интеграции прогнозной аналитики с динамическими системами обновления данных. Это позволит преодолеть проблему устаревания расчетов надежности после ремонта и модернизации оборудования, а также повысить устойчивость энергосистемы к новым рискам.

Заключение

Исходя из вышесказанного, внедрение информационно-аналитической системы мониторинга рисков с учетом ориентации на импортозамещение будет способствовать снижению аварийности производственных процессов и в целом повышать эффективность управления предприятием. Для успешной реализации необходимо: адаптировать зарубежный опыт, использовать гибкие интеграционные решения, а также развивать кросс-функциональные компетенции сотрудников. Полученный экономический эффект превышает затраты на внедрение подобной системы управления рисками и будет способствовать:

- снижению количества незапланированных простоев;
- экономии на ремонтах;
- повышению коэффициента использования установленной мощности энергопредприятия.

Список источников [References]

1. Комаров И. И. Технологии цифровой трансформации теплоэнергетики / И. И. Комаров, А. С. Маленков // Цифровая энергетика: новая парадигма функционирования и развития: Сборник статей круглого стола, Санкт-Петербург, 26 июня 2019 года / под ред. Н. Д. Рогалева. – СПб: Национальный исследовательский университет «МЭИ», 2019. С. 229–238. – EDN ZFLABT [Komarov I. I. Technologies of digital transformation of heat

energy / I. I. Komarov, A. S. Malenkov // Digital energy: a new paradigm of functioning and development: Collection of articles of the round table, St. Petersburg, June 26, 2019 / ed. N. D. Rogaleva. St. Petersburg: National Research University «MPEI», 2019. P. 229–238. (In Russ.). – EDN ZFLABT]

2. Жилин А. Российский рынок ERP в новых реалиях: тренды, вызовы и новые технологии // Автоматизация и IT в энергетике. 2021. № 2 (139). С. 18–20. – EDN ROLXRA [Zhilin A. Russian ERP market in new realities: trends, challenges and new technologies // Automation and IT in the Energy Sector. 2021;(2):18-20. (In Russ.). – EDN ROLXRA]
3. Подиновский В.В., Потапов М. А. Метод взвешенной суммы критериев в анализе многокритериальных решений: pro et contra // Бизнес-информатика. 2013. № 3 (25). С. 41–48. – EDN RBWNYH [Podinovski V., Potapov M. Weighted sum method in the analysis of multicriterial decisions: pro et contra // Biznes-Informatika. 2013;(3):41-48. (In Russ.). – EDN RBWNYH]
4. Егоров А. А. Как искусственный интеллект может улучшить управление энергопотреблением (зарубежный опыт) // Автоматизация и IT в энергетике. 2025. № 1 (180). С. 6–18 [Egorov A.A. How artificial intelligence can improve energy management (foreign experience) // Automation and IT in the Energy Sector. 2025;(1):6-18. (In Russ.)]

Сведения об авторе

Адарчев Олег Вячеславович: кандидат политических наук, профессор АВН РФ

Количество публикаций: более 10

Область научных интересов: развитие методов предиктивной аналитики для управления рисками, создание моделей оценки регуляторных и судебных рисков в ТЭК

Контактная информация:

Адрес: 119330, г. Москва, Университетский проспект, д. 14
olegviatcheslavoviche@gmail.com

Статья поступила в редакцию: 10.04.2025

Одобрена после рецензирования: 12.05.2025

Принята к публикации: 23.05.2025

Дата публикации: 29.08.2025

The article was submitted: 10.04.2025

Approved after reviewing: 12.05.2025

Accepted for publication: 23.05.2025

Date of publication: 29.08.2025

УДК 551.577.61, 614.8-052
Научная специальность: 3.2.6
EDN WQEIDE

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2025

Проблема оценки социального риска чрезвычайных ситуаций, источниками которых являются паводковые наводнения, и формирование путей ее решения

Олтян И.Ю.*,
Арефьева Е.В.,
Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий),
121352, Россия, г. Москва,
ул. Давыдовская, д. 7

Аннотация

В современном мире, подверженном воздействию климатических изменений, наблюдается значительный рост частоты и интенсивности паводковых наводнений, что приводит к негативным последствиям и росту социального ущерба.

В статье представлены результаты анализа научной, методической и нормативно-технической литературы, рассмотрены терминология, существующие методы и подходы к оценке социального риска (гибели) при чрезвычайных ситуациях (ЧС), источниками которых являются паводковые наводнения. Определены пробелы в знаниях и потенциал междисциплинарных подходов к оценке социального риска ЧС.

На основе анализа и синтеза результатов исследований сделан вывод о том, что прогноз количества погибшего населения при реализации сценариев наводнений различной обеспеченности становится важной прикладной задачей, которую можно решить только с помощью междисциплинарного подхода.

Сформулирована научная проблема и обозначены пути ее решения.

Ключевые слова: паводковое наводнение; риск гибели в наводнениях; социальный риск ЧС; оценка риска ЧС; методы оценки риска; неопределенность.

Благодарности: авторы выражают благодарность доктору технических наук, профессору Михаилу Васильевичу Болгову за помощь, идеи и ценные советы при формировании подходов и путей решения проблемы оценки опасности паводковых наводнений.

Для цитирования: Олтян И.Ю., Арефьева Е.В. Проблема оценки социального риска чрезвычайных ситуаций, источниками которых являются паводковые наводнения, и формирование путей ее решения // Проблемы анализа риска. 2025. Т. 22. № 4. С. 74–95. — EDN WQEIDE.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

The Problem of Assessing the Social Risk of Emergencies Caused by Floods, and the Formation of Ways to Solve It

Irina Yu. Oltyan*,
Elena V. Arefyeva,

All-Russian Scientific Research
Institute for Civil Defence and
Emergencies of the EMERCOM
of Russia (Federal Science and
High Technology Center),
Davydovskaya str., 7, Moscow,
121352, Russia

Abstract

In today's climate-affected world, there has been a significant increase in the frequency and intensity of floods. Such dangerous phenomena this leads to negative consequences and an increase in social damage.

The article presents the results of the analysis of scientific, methodological literature, standards, considers the terminology, existing methods and approaches to assessing the societal flood risk. Gaps in knowledge and the potential of multidisciplinary approaches to assessing the societal flood risk are identified.

Based on the analysis and synthesis of the research results, it is concluded that the forecast of the number of dead people in the flood scenarios of different probability becomes an important applied problem that can only be solved with the help of a multidisciplinary approach.

A scientific problem is formulated and ways to solve it are indicated.

Keywords: flooding; risk of death in floods; social risk; emergency risk assessment; methods of risk assessment; uncertainty.

Acknowledgments: the authors express their gratitude to the Doctor of Technical Sciences, Professor Mikhail Vasilyevich Bolgov for help, ideas and valuable advice in forming approaches and ways to solve the problem of assessing the danger of floods.

For citation: Oltyan I.Yu., Arefyeva E.V. The problem of assessing the social risk of emergencies caused by floods, and the formation of ways to solve it // Issues of Risk Analysis. 2025;22(4):74–95. (In Russ.). — EDN WQEIDE.

The authors declare no conflict of interest

Содержание

Введение

1. Социальный риск ЧС: термин и количественные показатели

2. Современное состояние методологии оценки риска ЧС, источниками которых являются наводнения

3. Методологические основы и подходы к оценке социального риска ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения

4. Пробелы в знаниях и потенциал междисциплинарных подходов к оценке социального риска

5. Формулирование научной проблемы оценки социального риска ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения, и путей ее решения

Заключение

Список источников

Введение

Согласно определению, приведенному в нормативном документе, наводнение (inundation) — это «затопление территории водой, являющееся стихийным бедствием. Наводнение может происходить в результате подъема уровня воды во время половодья или паводка, при заторе, зажоре, вследствие нагона в устье реки, а также при прорыве гидротехнических сооружений»¹. В результате таких наводнений за последние 35 лет (с 1990 г.) в Российской Федерации погибло 443 человека [1].

В условиях изменяющегося климата многие страны мира также несут колоссальные социальные потери от наводнений. По информации исследовательского центра Университета Лувена (Бельгия), представленной в ежегодном отчете «2024 Disaster in Numbers»², в 2024 г. по количеству погибших в мире наводнения занимали первое место (в 2023 — третье место) и четвертое место за период с 2004 по 2023 год. Можно ожидать, что текущий 2025 г. превзойдет все среднегодовые показатели. Так, проливные дожди на юге центральной части Техаса (США)³ в начале июля 2025 г. вызвали катастрофическое внезапное наводнение (flash flood), в результате которого погибло более 100 человек.

В Российской Федерации наводнения, в результате которых погибли один и более человек или получили вред здоровью пять и более человек, относятся к чрезвычайным ситуациям⁴ (далее — ЧС). Чрезвычайные ситуации, источниками которых являются наводнения, занимают первое место в Российской Федерации по катастрофичности [2], с учетом количества погибших и пострадавших в таких ЧС. Статистика жертв наводнений наглядно показывает, что наиболее опасными для населения являются ЧС, обусловленные паводковыми наводнениями: более 83% из числа всех погибших в наводнениях составляют жертвы паводковых наводнений (рис. 1) [1].

¹ ГОСТ 19179-73 Гидрология суши. Термины и определения.

² 2024 Disasters in Numbers. [Электронный ресурс] URL: https://files.emdat.be/reports/2024_EMDAT_report.pdf (дата обращения: 16.05.2025)

³ Death toll from Texas flood hits triple-digits as tally of missing tops 180. [Электронный ресурс] URL: <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/texas-floods-death-toll-creeps-up-search-rescue-continues-2025-07-08/> (дата обращения: 09.07.2025).

⁴ Приказ МЧС России от 05.07.2021 № 429 «Об установлении критериев информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера».



Рис. 1. Распределение ЧС, источниками которых являются наводнения природного характера, по количеству погибших
Источник: составлено И. Ю. Олтян по материалам [1]

Figure 1. Distribution of emergencies, sources of which are natural floods, by the number of deaths

Source: compiled by I. Yu. Oltyan based on materials [1]

Таким образом, управление рисками наводнений, в том числе социальным риском таких ЧС, особенно редких событий с катастрофическими последствиями, является актуальной задачей. Как справедливо отмечено в Терминологическом глоссарии Организации Объединенных Наций [3] (далее — ООН), мероприятия по управлению риском ЧС можно подразделить на два направления:

- управление потенциальным риском ЧС (управление как контроль) [4];
- корректирующее и компенсационное управление риском ЧС (управление остаточным риском ЧС) (управление как менеджмент) [4].

Еще более 3 тыс. лет назад выполнялись мероприятия по управлению потенциальным риском ЧС, обусловленных наводнениями. Известны случаи строительства противопаводковых дамб в Древнем Египте, Китае и Древнем Риме [5]. В современном мире одним из наиболее ярких примеров риск-ориентированного подхода к обеспечению безопасности при наводнениях является нидерландская система защиты от наводнений, которая начала развиваться после катастрофического наводнения в Северном море в Нидерландах в 1953 г., унесшего жизни более 1,8 тыс. человек [6]. В настоящее время в Нидерландах при разработке документов стратегического развития территорий обязательным к применению является Стандарт безопасности от наводнений, основанный на

анализе «затраты-выгоды», то есть на экономическом оптимуме между ожидаемым ущербом от наводнений и ожидаемыми затратами на улучшение защиты от наводнений [7–10]. Оцениваемыми показателями риска наводнений являются индивидуальный и социальный риск гибели, а также экологический риск. Такой подход Нидерландов можно рассматривать как экономическую модель управления рисками наводнений, сочетающую надежные инженерные методы защиты с социально ориентированной безопасностью.

В Российской Федерации существует запрет на строительство объектов капитального строительства, не обеспеченных сооружениями и (или) методами инженерной защиты территорий и объектов от негативного воздействия вод⁵. Однако это требование должно выполняться только для нового строительства. Исторически люди селились вдоль рек, и в настоящее время в Российской Федерации в зоне возможного затопления проживает более 4,6 млн чел. [11]. В условиях роста масштабов и интенсивности опасных природных процессов становится актуальной задача разработки единой методологии для анализа и оценки социального риска подобных ЧС с учетом наличия широкого спектра неопределенностей. Также стоит отметить, что определение количественных показателей риска ЧС (оценка риска), в том числе источниками которых являются наводнения, обязательно при разработке паспорта безопасности территории субъекта Российской Федерации и муниципального образования⁶.

Управление риском ЧС в Российской Федерации как новое научное направление начало формироваться после ряда аварий и катастроф в СССР, а затем и в Российской Федерации [12]. Вместе с тем специалисты отмечают [13], что к настоящему времени методологическая база и методические подходы к оценке риска лучше всего проработаны для техногенного риска, включая риск техногенных ЧС.

В статье проведен анализ терминологии, методологии, нормативно-технических документов, методик и результатов научных исследований по вопросам оценки социального риска ЧС, источниками которых являются

паводковые наводнения. Предложены новые метрики оценки социального риска ЧС, а также определены перспективные направления исследований в этой области.

1. Социальный риск ЧС: термин и количественные показатели

Вплоть до настоящего времени термины, связанные с риском (риском ЧС), имеют различное толкование в официальных и научных источниках. В настоящей работе не будем останавливаться на рассмотрении общего понятия риска, а остановимся подробнее на термине «социальный риск ЧС».

Терминология, используемая в Российской Федерации для определения термина «социальный риск», значительно отличается как между различными федеральными органами исполнительной власти, так и в пределах одного Министерства (МЧС России). Так, национальным стандартом ГОСТ Р 55059 социальный риск ЧС определен как «количественный показатель риска чрезвычайной ситуации, определяемый как вероятность гибели на рассматриваемой территории за год одновременно более чем десяти человек в результате возможного воздействия всей совокупности поражающих факторов источников чрезвычайной ситуации»⁷. Вместе с тем статистика неуклонно свидетельствует, что при таком понимании социального риска ЧС более чем в половине субъектов Российской Федерации он равен единице [14, 15]. Значение граничного числа одновременно погибших в ЧС (более десяти человек) также не получило своего научно-методического обоснования и требует уточнения.

Определение термина «социальный риск» приведено в Техническом регламенте о требованиях пожарной безопасности⁸: «Социальный пожарный риск — степень опасности, ведущей к гибели группы людей в результате воздействия опасных факторов пожара». Это определение требует пояснения: в чем измеряется степень опасности и для какой именно группы людей определяется социальный пожарный риск.

Другой подход к социальному риску используется в Ростехнадзоре при разработке декларации безопасности опасного производственного объекта. Так,

⁵ «Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 № 74-ФЗ.

⁶ Приказ МЧС России от 28.09.2021 № 639 «О внесении изменений в типовый паспорт безопасности территорий субъектов Российской Федерации и муниципальных образований, утвержденный приказом МЧС России от 25 октября 2004 г. № 484». Зарегистрировано в Минюсте РФ 22 марта 2022 г. Регистрационный № 67845.

⁷ ГОСТ Р 55059-2012 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Термины и определения».

⁸ ФЗ РФ от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», ст. 2, п. 43.

в Руководстве по безопасности «Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» под социальным риском (или риском поражения группы людей) понимается « $F(x)$ — зависимость частоты возникновения сценариев аварий F , в которых пострадало на определенном уровне не менее N человек, от этого числа N (представляется в виде соответствующей F/N -кривой)»⁹. Преимуществом такого подхода к оценке социального риска является его универсальность и наглядность. Однако требуется уточнение определения в контексте наводнений.

В зарубежных изданиях одно из первых определений социального риска (social risk) приведено в монографии В. Маршалла «Основные опасности химических производств» [16]: «социальный риск (social risk) — зависимость риска (частоты возникновения) событий, состоящих в поражении определенного числа людей, подвергаемых поражающим воздействиям определенного вида при реализации определенных опасностей, от этого числа людей. Характеризует масштаб катастрофичности опасности».

Другое, но схожее определение социального риска (societal risk) применительно к наводнениям приведено в докторской диссертации С. Джонсмана, представленной к защите в Делфтском технологическом университете: «вероятность превышения (в год) опасных случаев с определенным количеством погибших» [6]. Аналогичные определения даны в работах [9, 17–19].

В качестве метрик (количественных показателей) социального риска предлагается использовать:

- частоту несчастных случаев со смертельным исходом (Fatal accident rate, FAR): ожидаемое количество смертельных случаев на единицу воздействия (может быть выражено в расчете на миллион отработанных часов, на взлет самолета, на пройденный километр, на час транспортировки, на длину трубы и др.) (используется в основном для оценки техногенного риска)¹⁰;
- потенциальную потерю человеческой жизни (Potential loss of life, PLL): статистически ожидаемое

число смертельных исходов в определенной популяции в течение определенного периода времени¹¹;

- диаграмму Фармера (FN диаграмма): графическое представление уровня социального риска. На диаграмме Фармера ось X — число погибших N , ось Y — частота событий, в которых погибло не менее N человек. FN диаграмма представляет множественное кумулятивное распределение вероятностей наступления событий [16, 19].

Анализ терминологии в области риска, в том числе риска ЧС, позволил уточнить формулировки ранее определенных понятий и показателей риска ЧС и ввести новое понятие «метрика (количественный показатель) социального риска ЧС».

В дальнейшем в работе под социальным риском (гибели) в ЧС будет пониматься вероятность гибели не менее N человек при возникновении ЧС с определенной частотой [14, 15].

В рамках исследования предлагается формализовать две метрики (количественных показателей) социального риска чрезвычайных ситуаций, вызванных паводковыми наводнениями, которые либо принципиально отличаются от аналогов, определенных в действующем национальном стандарте¹², либо являются оригинальной разработкой авторов:

Метрика 1: F-N диаграмма (Frequency-Number diagram, диаграмма частоты — количества жертв) — зависимость количества потерь (гибели) группы населения от частоты реализации различных сценариев ЧС за заданное время¹³ [15, 20, 21]. Применительно к паводковым наводнениям можно сделать допущение, что частота реализации различных сценариев F — дискретная величина, характеризующая вероятность превышения прогнозируемого уровня воды над всей совокупностью всех возможных его значений (обеспеченность гидрологической характеристики).

Метрика 2: Интегральный показатель уровня социального риска ЧС, отражающий уровень опасности паводкового наводнения для социума, представляет

⁹ Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 03.11.2022 № 387 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах»

¹⁰ Risk Engineering. [Электронный ресурс] URL: <https://risk-engineering.org/?src=pdfslide> (дата обращения: 02.01.2025).

¹¹ Risk Engineering. [Электронный ресурс] URL: <https://risk-engineering.org/?src=pdfslide> (дата обращения: 02.01.2025).

¹² ГОСТ Р 55059-2012 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Термины и определения; ГОСТ Р 22.10.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайных ситуаций. Допустимый риск чрезвычайных ситуаций.

¹³ Risk Engineering. [Электронный ресурс] URL: <https://risk-engineering.org/?src=pdfslide> (дата обращения: 02.01.2025).

собой площадь под F-N диаграммой и определяется по зависимости (1) [22]:

$$R_s = \int_1^{\max N} F(N) dN = \int_1^{\max N} \frac{1}{T} \sum_{i=1}^k E_{N_i \geq N} dN, \quad (1)$$

где:

E (emergency) — ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения;

k — общее количество ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения;

N_i — число погибших в i -й ЧС,

$\max N$ — максимально возможное количество погибших при возникновении ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения;

T — период наблюдений (лет);

$F(N)$ — ступенчатая функция (F - N диаграмма).

По нашему мнению, использование предложенных метрик позволит применять методы бенчмаркинга для сопоставления муниципальных образований по уровню социального риска ЧС, обусловленных паводковыми наводнениями, путем сравнения с «эталонными» территориями, обладающими сопоставимыми природно-климатическими и демографическими условиями, но демонстрирующими минимальные значения социального риска ЧС. Такой подход позволит выявлять отклонения от референтных значений социального риска ЧС на эталонных территориях, формировать приоритетные направления управления риском и планировать мероприятия по его снижению, с учетом лучших практик и ресурсных ограничений.

2. Современное состояние методологии оценки риска чрезвычайных ситуаций, источниками которых являются наводнения

Terje Aven, профессор риск-анализа и риск-менеджмента Университета Ставангера (Норвегия), разделяет науку о рисках (Risk Science) на два уровня знаний [23]:

- общая наука о рисках (Generic risk science) включает концепции, методологию, методы и модели для анализа рисков, в том числе оценку последствий и оценку неопределенностей;
- прикладная наука о рисках (Applied risk science) применяется к конкретным случаям, например, к оценке риска ЧС, источниками которых являются наводнения.

Методы прикладной науки о рисках в достаточной степени формализованы: утверждены международные и национальные стандарты по терминологии и методам оценки риска (риска ЧС)¹⁴. Так, оценка риска ЧС — «общий процесс идентификации опасности, анализа и сравнительной оценки риска чрезвычайной ситуации»¹⁵.

Оценка риска может быть выполнена с различной степенью глубины и детализации с использованием одного или нескольких методов разного уровня сложности¹⁶.

Опубликовано значительное количество работ по практическому применению методов оценки риска ЧС для оценки риска наводнений. В работах сделан акцент на использовании одного или нескольких методов. В таблице приведен перечень методов оценки риска ЧС, источниками которых являются наводнения, применяемых в зависимости от этапа оценки риска ЧС.

В следующем разделе рассмотрим более подробно эволюцию методов оценки социального риска природных ЧС, в том числе источниками которых являются наводнения в Российской Федерации.

3. Методологические основы и подходы к оценке социального риска ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения

После утверждения в 1991 г. Государственной научно-технической программы «Безопасность населения и народнохозяйственных объектов с учетом риска природных и техногенных катастроф» в Российской Федерации стала активно развиваться теория природных опасностей и стихийных бедствий, включая

¹⁴ ГОСТ Р 55059-2012 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Термины и определения; ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска; ГОСТ Р 22.2.06-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Оценка риска чрезвычайных ситуаций при разработке паспорта безопасности критически важного объекта и потенциально опасного объекта; ГОСТ Р 22.2.02-2015 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Оценка риска чрезвычайной ситуации при разработке проектной документации объектов.

¹⁵ ГОСТ Р 55059-2012 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Термины и определения.

¹⁶ ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска.

Таблица. Методы оценки риска ЧС, источниками которых являются наводнения (терминология ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011)

Table. Methods for assessing the risk of emergencies originating from floods (terminology GOST R ISO/IEC31010-2011)

Этапы процесса оценки риска ЧС	Наименование метода ¹⁷	Применимость	Авторы и публикации
Идентификация риска	Анализ сценариев	Рассмотрение возможного развития событий в будущем, их значимости и последствий	[20, 24, 25]
Оценка последствий	Марковский анализ	Применим для систем, когда будущее состояние системы зависит только от ее текущего состояния (для наводнений применимо для описания закономерностей многолетних колебаний стока в виде простой цепи Маркова)	[26]
	Байесовский анализ и сети Байеса	Графовая вероятностная модель, представляющая собой множество переменных и их вероятностных зависимостей по Байесу	[27, 28]
	Оценка токсикологического риска	Оценка доза-воздействие при оценке воздействия поражающих факторов источников ЧС, в том числе наводнений	[10, 29]
	Моделирование методом Монте-Карло	Используя метод Монте-Карло или другие статистические методы, проводится моделирование для генерации большого количества возможных сценариев наводнений. Для каждого сгенерированного сценария рассчитывается вероятность возникновения (F) и ожидаемое число жертв (N). Эти данные используются для анализа риска	[22, 30]
Оценка вероятностных характеристик	HRA (human reliability assessment) – анализ влияния человеческого фактора	Анализ влияния человеческого фактора на: сроки предоставления прогноза ЧС; сроки передачи сигнала экстренного оповещения; сроки начала эвакуации; на агентную модель поведения толпы в условиях эвакуации	[31, 32, 33, 34]
	Анализ дерева событий (event-tree analysis)	Анализ дерева событий (event-tree analysis)	[35]
Оценка уровня риска	Построение FN диаграмм	Графическое представление вероятности событий, вызывающих уровень опасных воздействий для определенной группы лиц	[22, 24]
	Анализ видов и последствий отказов (FMEA – failure mode effect analysis)	Сочетание последствий и вероятности	[36, 37, 38]
Сравнительная оценка риска ЧС	Матрица последствий и вероятностей	Используется для перехода от количественных к качественным оценкам	Получена типология субъектов РФ по степени опасности наводнений [39]
	Индексы риска	Меры риска, полученные с применением балльных шкал	Получены индексы природной опасности наводнений [39, 40]

методы оценки и картографирования природного риска — совмещения карт вероятности развития опасных процессов различной интенсивности с картами уязвимости объектов. В том числе благодаря этим работам сложилось общепринятое в Российской Федерации понимание риска как «вероятностной меры потерь, которая может быть установлена путем умножения

вероятности процесса на величину возможного ущерба от него» [41] (рис. 2).

Вместе с тем стоит отметить, что при формировании методологии оценки риска ЧС в конце XX — начале XXI веков основное внимание было уделено проблеме промышленной безопасности и безопасности сложных технических систем [12]. Оценке риска

¹⁷ ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска.

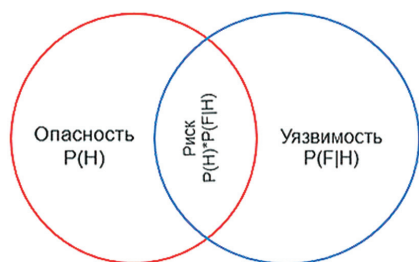


Рис. 2. Схема формирования риска от внешней опасности [36]

Figure 2. Diagram of external hazard risk formation [36]

природных опасностей уделялось значительно меньше внимания. В публикациях того времени выделяется специальное совместное издание Российской академии наук и МЧС России — монография в шести томах «Природные опасности России». Заключительный том монографии посвящен методам оценки природных рисков, в том числе рисков ЧС, источниками которых являются наводнения [41].

Применительно к природным рискам, в коллективной монографии [36] А. Л. Рагозиным введено понятие «физического риска» и рассматривается отказ объекта — реципиента опасности — выполнять определенные действия. Для территорий простейшим видом отказа является любой случай выведения из строя отдельных площадей в результате их поражения (например, наводнениями).

Также в работе [36] впервые введен показатель социального риска поражения населения (вероятность оказаться в зоне воздействия опасности и понести потери, включая летальные исходы), и приведено его математическое выражение [36]:

$$R_s(H) = P^*(H) \times \frac{S_H}{S_T} \times d_p, \quad (2)$$

где:

$P^*(H)$ — частота возникновения опасности H , численно равная ее статистической вероятности (случаев/год);

S_T — площадь территории, км²;

S_H — площадь поражения территории опасностью H , км²;

d_p — плотность населения, чел./км².

Рисунок 3 иллюстрирует переменные S_T и S_H , используемые в формуле (2).

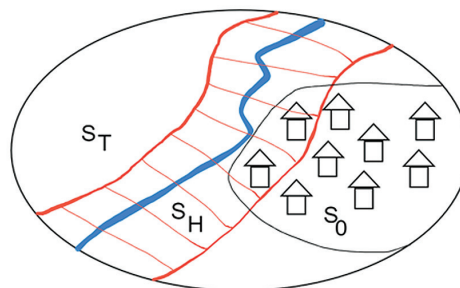


Рис. 3. Поражение освоенной части (S_0) территории муниципального образования опасностью (наводнение).

Источник: составлено И. Ю. Олтян по материалам [36]

Figure 3. Damage to the developed part (S_0) of the territory of the municipality by danger (flood).

Source: compiled by I. Yu. Oltyan based on materials [36]

Отмечено, что данный тип риска «может в перспективе стать одним из основных показателей для предварительной оценки безопасности крупных территорий, особенно в мелком и обзорном масштабах, когда, как правило, отсутствует достоверная информация о потерях и степени защищенности объектов хозяйства и населения от отдельных опасностей» [36].

Работы А. Л. Рагозина [36, 42, 43] внесли значительный вклад в предметную область настоящего исследования. Он одним из первых в Российской Федерации рассматривал социальный риск с учетом уязвимости населения при воздействии поражающих факторов определенной интенсивности, разрушительной силы и длительности воздействия [36]:

$$R_s(H) = R_i(H) \times D_p = P^*(H) \times V_s(H) \times D_p, \quad (3)$$

где:

$R_s(H)$ — полный социальный риск погибнуть от опасности H , равный числу летальных исходов от этой опасности в течение года, чел./год;

D_p — общая численность населения в пределах оцениваемой территории, чел.;

$V_s(H)$ — социальная уязвимость населения для опасности H определенного генезиса и интенсивности, доли единицы.

Вместе с тем, по мнению авторов, недостатком принятого показателя социального риска поражения населения является то, что при таком подходе не учитывается воздействие на население поражающих факторов ЧС, источниками которых являются

наводнения: в формуле в явном виде отсутствует параметрический закон поражения людей и дифференциация населения по степени уязвимости, рассмотрен лишь некий интегральный показатель социальной уязвимости граждан.

В те же годы (конец XX-начало XXI века) исследования по оценке и управлению риском ЧС продолжались в Центре стратегических исследований гражданской защиты МЧС России и ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) под руководством В. А. Акимова.

В работах [44, 45] изложены подходы к прогнозированию индивидуального риска при наличии статистических данных:

$$R_i(H) = \frac{M(\Delta t) \times \bar{n}(\Delta t)}{N}, \quad (4)$$

где:

$M(\Delta t)$ — математическое ожидание числа опасных событий H на территории возможного нахождения индивида из оцениваемой группы;

N — численность группы, на которую распространяется полученный прогноз (оценка);

$\bar{n}(\Delta t)$ — среднее число погибающих от рассматриваемого опасного события H .

При отсутствии статистических данных среднее число погибших предложено оценивать с помощью математических моделей, например, по формуле (5) [45]:

$$\bar{n}(\Delta t) = M(\Delta t) \times S_{\text{зп}} \times D, \quad (5)$$

где:

$S_{\text{зп}}$ — средняя площадь зоны поражения при реализации опасного события, км²/событие;

D — средняя плотность населения в районе возможных опасных событий, чел./км².

Отмечено, что в общем случае социальный риск является «интегральной характеристикой опасности определенного вида в конкретном географическом районе» [45] и оценивается вероятностным распределением числа смертей от определенных причин. Зависимостей для оценки степени поражения человека поражающими факторами наводнения и социального риска ЧС в работах [44, 45] не приведено.

Подходы А. Л. Рагозина к оценке социального риска природных ЧС легли в основу Методики комплексной

оценки индивидуального риска ЧС природного и техногенного характера¹⁸ (далее — Методика).

В Методике основным моделируемым параметром социального риска ЧС является возможное количество погибших, которое определяется по зависимости:

$$M(N) = \iint_{S_r} \int_{\Phi_{\min}}^{\Phi_{\max}} P(\Phi) \cdot f(x, y, \Phi) \cdot \psi(x, y) d\Phi dx dy, \quad (6)$$

где:

$\Phi_{\min}, \Phi_{\max}$ — соответственно минимально и максимально возможное значение поражающего фактора для рассматриваемой ЧС;

$P(\Phi)$ — параметрический закон поражения людей;

$f(x, y, \Phi)$ — функции плотности распределения интенсивности поражающего фактора в пределах площадки с координатами (x, y) ;

S_r — площадь города;

$\psi(x, y)$ — плотность населения в пределах рассматриваемой площадки.

4. Пробелы в знаниях и потенциал междисциплинарных подходов к оценке социального риска

Использование формулы (6) в практической деятельности вызывает определенные затруднения. Кроме того, при реализации сценария паводкового наводнения заданной обеспеченности имеются следующие методические и методологические пробелы, описанные ниже.

1) Межгосударственным стандартом ГОСТ 22.0.06-2023¹⁹ установлено, что основным поражающим фактором ЧС, источниками которых являются паводки (дождевые паводки), является «подъем уровня воды на защищаемой территории».

¹⁸ Методика комплексной оценки индивидуального риска чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. М.: ВНИИ ГОЧС, 2002. Прошла экспертизу Межведомственного координационного научного совета по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций (МВКНС) (протокол от 25.06.2002 № 2 (13) и аттестована Межведомственной комиссией по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций (МВК) (протокол от 29.10.2002 № 4).

¹⁹ ГОСТ 22.0.06-2023 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники природных чрезвычайных ситуаций. Поражающие факторы. Номенклатура параметров поражающих воздействий».

Однако следует учитывать, что сам по себе факт «подъема уровня воды» представляет собой лишь физическое проявление гидрологического процесса, не оказывая непосредственного поражающего воздействия на население, объекты экономики или инфраструктуру. В контексте анализа рисков ЧС в качестве поражающего фактора следует рассматривать не сам уровень воды как таковой, а сопутствующие негативные последствия, вызванные этим процессом, такие как:

- воздействие гидродинамического давления, разрушение зданий и сооружений;
- затопление территорий с последующим нарушением жизнедеятельности населения, нарушением цепочек поставок и бизнес-процессов;
- эрозия почв и подмыв фундаментов зданий;
- загрязнение источников питьевой воды и распространение инфекций.

Таким образом, «подъем уровня воды» целесообразно трактовать как предпосылку возникновения комплекса поражающих факторов, а не как самостоятельный поражающий фактор в строгом смысле этого термина. Для корректного определения факторов риска ЧС и оценки ущерба необходимо переходить от описания общего явления к конкретным механизмам воздействия, включая:

- непосредственное воздействие — гидродинамическое воздействие потока воды (в случае социального риска ЧС — воздействие на человека) [40];
- отсроченное воздействие — гидрохимическое воздействие потока воды (загрязнение источников водоснабжения, инфекционные заболевания).

Термическое воздействие холодной паводковой воды следует рассматривать как самостоятельный поражающий фактор, влияющий на жизнеспособность пострадавшего населения и эффективность проведения спасательных работ. Этот фактор обусловлен переохлаждением организма, ускоренным развитием гипотермии и сопутствующими рисками для здоровья людей и животных, а также воздействием на физические характеристики зданий и инфраструктуры.

Таким образом, для целей практической оценки и управления рисками ЧС целесообразно дополнить формулировку поражающих факторов паводков и наводнений более конкретными характеристиками, отражающими действительные механизмы воздействия на население, а также разработать параметрический закон поражения людей $P(\Phi)$ паводковыми водами с учетом

их антропометрических и социально-демографических особенностей.

2) Методическая база моделирования параметров поражающих факторов и картографирования паводковых наводнений многообразна, имеет разную степень детализации, во многом определяется пространственным масштабом гидрологических процессов и их чрезвычайно большой пространственной изменчивостью.

Анализ существующих моделей и методов моделирования параметров паводковых наводнений показал, что:

- водно-балансовые методы²⁰ [46], применяемые для расчета стока, требуют большого количества различных гидрометрических и гидроморфологических данных, не учитывают социально-демографические характеристики территории (плотность населения, уязвимость, доступность путей эвакуации), что делает их недостаточными для прямой оценки социального риска ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения;

- физико-статистические методы [47, 48] при наличии архивов паводков (хотя бы 20–30 лет) позволяют прогнозировать параметры поражающих факторов паводковой волны и другие параметры паводкового наводнения, однако их применение для оценки социального риска таких ЧС ограничено. Они не обеспечивают интеграции данных о населении, критической инфраструктуре и социально-экономических последствиях, а их точность критически зависит от полноты и качества исторических наблюдений;

- статистические модели [49, 50], хотя и дополняют физические и пространственно-динамические модели, позволяют напрямую оценить риск для населения, так как работают с усредненными значениями и вероятностными гидрологическими характеристиками, не учитывая пространственное распределение уязвимого населения;

- методы, основанные на модели формирования стока²¹ [51, 52], чувствительны к входным гидрометрическим данным и могут быть применены только на изученных в гидрологическом плане территориях. Для целей оценки социального риска ЧС они недостаточны, поскольку не отражают сценариев развития

²⁰ Руководство по гидрологическим прогнозам. Вып. 1, Долгосрочные прогнозы элементов водного режима рек и водохранилищ. Л.: ГИМИЗ, 1989, 258 с.

²¹ Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. СПб.: ГГИ, Нестор-История, 2009. 190 с.

ЧС и не позволяют оценить потенциальное число пострадавших;

- математические модели, направленные на оценку максимального подъема уровня воды и прогнозирование зон затопления местности в местах, не оборудованных пунктами гидрометрического наблюдения, или в зонах с недостаточно длинными рядами гидрометрических наблюдений, представлены фрагментарно. Отсутствие таких оценок затрудняет построение достоверных карт зон риска для целей предупреждения и эвакуации населения;

- методов для решения задачи по определению продолжительности затопления местности при наводнении крайне мало. Между тем, именно продолжительность затопления местности определяет масштаб социально-экономических последствий и необходимость проведения эвакуационных мероприятий;

- примеры определения зон затопления местности при наводнениях редкой повторяемости (0,5% обеспеченности и реже) единичны и часто представлены как тестовые примеры, что не позволяет проводить оценку социального риска ЧС для экстремальных событий;

- цифровые модели рельефа (ЦМР) при оценке социального риска таких ЧС используются недостаточно. Вместе с тем, ЦМР играют ключевую роль в моделировании и прогнозировании параметров

наводнений, поскольку рельеф местности напрямую влияет на поверхностный сток, распределение воды и вероятность наводнений [53].

В целом, большинство работ носят теоретико-методический характер либо отражают применение разработанного метода к локальным местам с отсутствием обоснования возможности масштабирования и, как правило, не позволяют использовать результаты в практической деятельности органов, специально уполномоченных на решение задач в области защиты населения от паводковых наводнений.

3) В формулах (4)–(6) в качестве параметра используется средняя плотность населения. Вместе с тем население муниципального образования представляет собой неоднородную структуру, отличающуюся своим возрастом, а также показателями уязвимости и устойчивости к воздействию поражающих факторов паводковой воды.

Нами проанализированы открытые источники, содержащие информацию о возрастных характеристиках жертв наводнений в городах: Новый Орлеан (2005 г., США), Крымск (2012 г., Россия), Тулун (2019 г., Россия) и земле Рейнланд-Пфальц (2021 г., Германия) [6, 54–56]. На рисунке 4 приведена обобщенная диаграмма, показывающая распределение жертв по возрасту в рассмотренных выше ЧС.

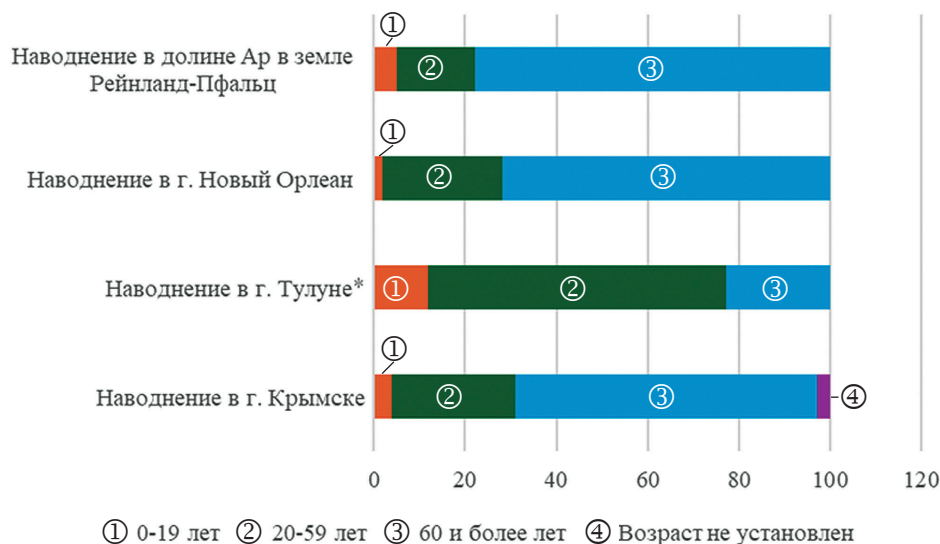


Рис. 4. Обобщенная диаграмма, показывающая распределение жертв (погибших и получивших вред здоровью) в рассмотренных выше ЧС²²

Источник: разработано И. Ю. Олтян

Figure 4. Generalized diagram showing the distribution of victims (dead and injured) in the above emergencies

Source: developed by I. Yu. Oltyan

²² Примечание: в г. Тулуно показано распределение получивших вред здоровью, в остальных ЧС – распределение погибших.

Анализ четырех крупномасштабных ЧС, источниками которых являлись высокие уровни воды, показывает, что наиболее уязвимыми в наводнениях являются люди старше 60 лет. Вместе с тем приходится признать, что недостаток и фрагментарность данных, отсутствие в открытых источниках информации о местоположении погибших и получивших вред здоровью, распределение их по полу, возрасту, трудоспособности и прочим признакам препятствуют корректному использованию методов математической статистики в целях оценки риска ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения.

4) Как правило, при оценке негативных последствий наводнения для населения не учитываются поведенческие факторы населения, подверженного воздействию паводковых вод.

Так, несмотря на установление федеральным законодательством²³ обязанности граждан Российской Федерации эвакуироваться с территории, на которой существует угроза возникновения ЧС, или из зоны чрезвычайной ситуации при получении информации о проведении эвакуационных мероприятий, последний опыт реагирования на ЧС, источником которого были высокие уровни воды (наводнение в Уральском федеральном округе весной 2024 г.), показал, что многие жители принимали самостоятельное решение и не покидали свои дома²⁴, либо эвакуация проводилась по факту затопления территории.

Анализ исследований поведения человека в условиях наводнений [54, 57, 58] позволил получить интересные и важные результаты:

- информирование населения, его готовность к адекватным действиям снижает количество погибших и пострадавших, но не снижает ущерб;
- выполнение инженерно-технических мероприятий по защите населенных пунктов снижает ущерб зданиям и сооружениям, но не снижает количество погибших и пострадавших при отсутствии у них знаний и опыта.

Представленные выше результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

- формально наличие обязанности к эвакуации не обеспечивает фактического ухода из зоны ЧС, как показал пример наводнения в Уральском федеральном округе в 2024 г.;

- действия людей при угрозе наводнения не всегда рациональны, зависят от субъективных и психологических факторов и могут включать внутреннюю борьбу между риском и сохранением имущества;

- эмоциональные реакции (любопытство, страх, паралич действий) и адаптивные паттерны, сформированные прошлым опытом ЧС;

- предыдущий опыт ЧС сказывается на поведении в аналогичной ситуации в будущем, но нельзя однозначно утверждать, повысится или понизится адаптивность к действиям в ЧС;

- рискованное поведение — ключевой фактор гибели при наводнениях;

- пассивное поведение (неспособность эвакуироваться, неосведомленность) встречается реже, но при сочетании определенных условий среды может привести к гибели.

Таким образом, для целей практического управления социальным риском ЧС целесообразно дополнить формулу (6) моделью поведения человека в экстремальной ситуации.

5) Вероятностные составляющие оповещения населения и выполнения эвакуационных мероприятий являются важными компонентами социального риска ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения. Так, в 2012 г. в результате федеральной ЧС, источником которой являлось паводковое наводнение, погиб 171 человек, из них в г. Крымске Краснодарского края — 153 человека [55]. Одними из основных факторов, совокупность которых привела к возникновению ЧС федерального уровня со столь значительным количеством погибших, являлись [55]: несвоевременное оповещение и информирование населения об угрозе и масштабах ЧС, а также отсутствие эвакуационных мероприятий из-за несвоевременного принятия решения органами исполнительной власти о применении существующих систем оповещения населения. Эмпирические исследования показывают, что домохозяйства, получившие предупреждение о наводнении, на 20–50% чаще принимали экстренные меры по снижению риска наводнений по сравнению с теми, кто оповещен не был [59]. Своевременные эвакуационные мероприятия снижают количество человек, подверженных воздействию

²³ ФЗ РФ от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

²⁴ Паводок приходит, разум уходит: психология отказа от эвакуации. [Электронный ресурс] URL: <https://dzen.ru/a/ZhZgQiZQKSM6bOMs#pochemu> (дата обращения: 15.04.2025).

поражающих факторов ЧС, в том числе источниками которых являются паводковые наводнения. Таким образом, для целей практического управления социальным риском ЧС целесообразно дополнить формулу (6) вероятностью эвакуации населения в условиях паводкового наводнения.

6) В работе [23] определены особенности прикладной науки о рисках, среди которых следует отметить ключевую проблему — неопределенность [60], выражаемую:

- в наличии неполных или неточных данных (недостаточные ряды наблюдений, пропуски данных и пр.);
- во влиянии внешних факторов на реализацию сценариев развития кризисных ситуаций и их вероятности (человеческий фактор, экономические или социальные изменения).

Неопределенность делится на два типа²⁵:

- алеаторная неопределенность, связанная со случайным (стохастическим) характером паводковых наводнений;
- эпистемическая неопределенность, связанная с неполнотой или неточностью знаний об объекте или процессе.

Рассмотрим неопределенность в прогнозе уровня воды заданной обеспеченности и, как следствие, глубины затопления местности. Для моделирования распределения вероятностей событий, таких как максимальные уровни и максимальные расходы, в гидрологии используется трехпараметрическая функция распределения Крицкого-Менкеля. Она позволяет описывать распределения редких событий, таких как экстремальные значения (например, паводки редкой повторяемости, катастрофические наводнения)²⁶. Также могут применяться распределения Пирсона III типа и логарифмическая регрессия [61, 62] (рис. 5, 6).

Анализ рис. 5, 6 наглядно показывает, что глубина затопления местности при наводнении заданной обеспеченности может быть как недооценена, так и переоценена, что необходимо учитывать при принятии управленческих решений, основанных на оценке риска ЧС.

Одним из подходов к учету неопределенности является использование интервальной вероятности [13].

²⁵ ГОСТ Р 58771-2019 Менеджмент риска. Технологии оценки риска (Переиздание).

²⁶ СП 529.1325800.2023 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик».

5. Формулирование научной проблемы оценки социального риска ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения, и путей ее решения

Таким образом, в отличие от техногенной опасности, где вопросы оценки социального риска аварий методически обустроены, вопросы оценки социального риска (гибели) населения в паводковых наводнениях, в том числе катастрофических, с нашей точки зрения, изучены недостаточно. Отсутствует комплексный междисциплинарный подход к такому явлению, как социальный риск (гибели) в ЧС, обусловленных паводковыми наводнениями. Перечисленные противоречия требуют большой систематизированной работы и дальнейших исследований в рамках этой темы.

Из анализа чрезвычайных ситуаций, источниками которых явились паводковые наводнения, а также из анализа научных публикаций выявлено, что проблема оценки и управления социальным риском ЧС, возникающих в результате паводковых наводнений, является междисциплинарной и межведомственной. Проблема может быть решена путем выработки комплекса мер:

- нормативно-правовых;
- нормативно-технических;
- научно-исследовательских и научно-методических;
- административных;
- экономических;
- психолого-педагогических;
- инженерно-технических;
- информационных.

В последние десятилетия проблема оценки и управления социальным риском ЧС, источником которых являются паводковые наводнения, находится в стагнации. Причиной тому как внутренние социально-экономические, так и внешние факторы. Требуется комплексный междисциплинарный подход к вопросу управления риском таких ЧС.

Целью работы является сбережение народа России и обеспечение общественной безопасности путем повышения эффективности управления социальным риском ЧС на паводкоопасных территориях Российской Федерации в соответствии с положениями Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий

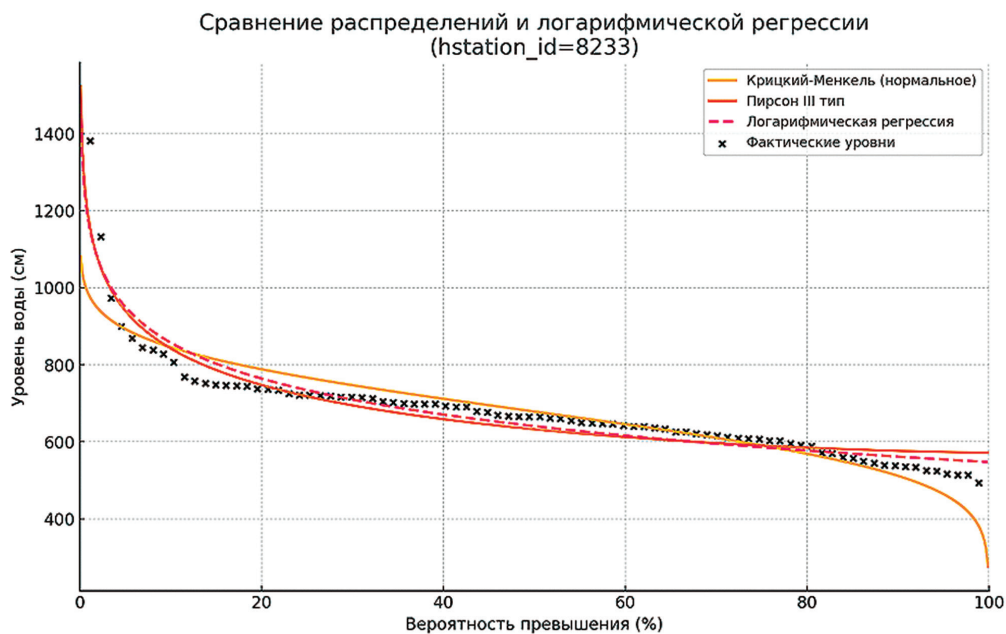


Рис. 5. Сравнение распределений Крицкого-Менкеля, Пирсона III типа и логарифмической регрессии для гидропоста 8233

Источник: составлено И.Ю. Олтян

Figure 5. Comparison of Kritsky-Menkell, Pearson type III distributions and log regression for gauging station 8233

Source: compiled by I.Yu. Oltyan

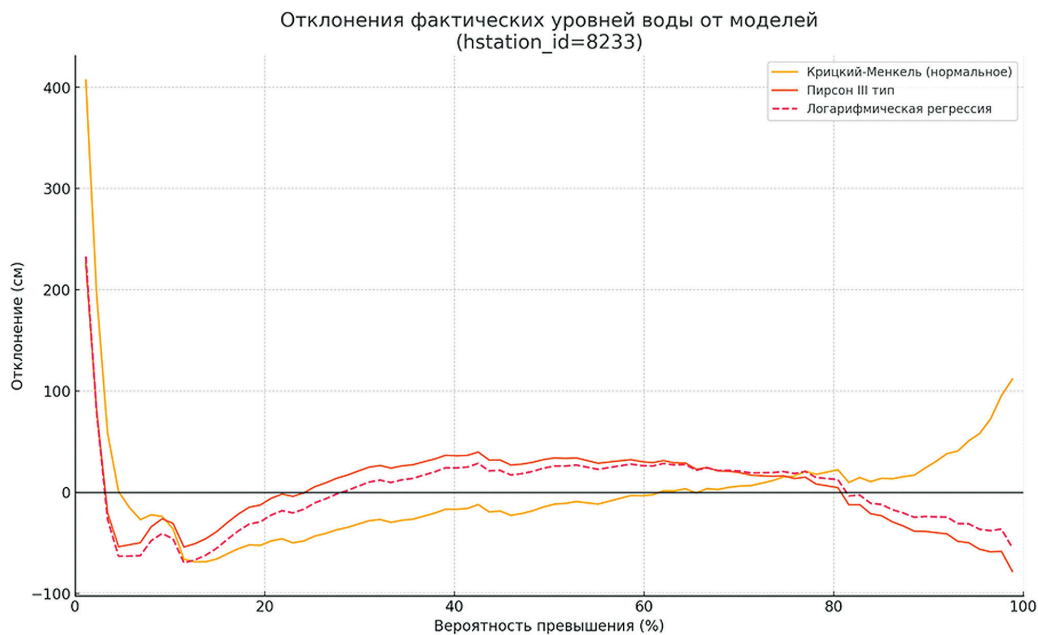


Рис. 6. Отклонение фактических уровней воды от модельных (положительные значения — модель недооценивает уровень воды, отрицательные значения — модель переоценивает уровень воды)

Источник: составлено И.Ю. Олтян

Figure 6. Deviation of actual water levels from model levels (positive values — model underestimates water level, negative values — model overestimates water level)

Source: compiled by I.Yu. Oltyan

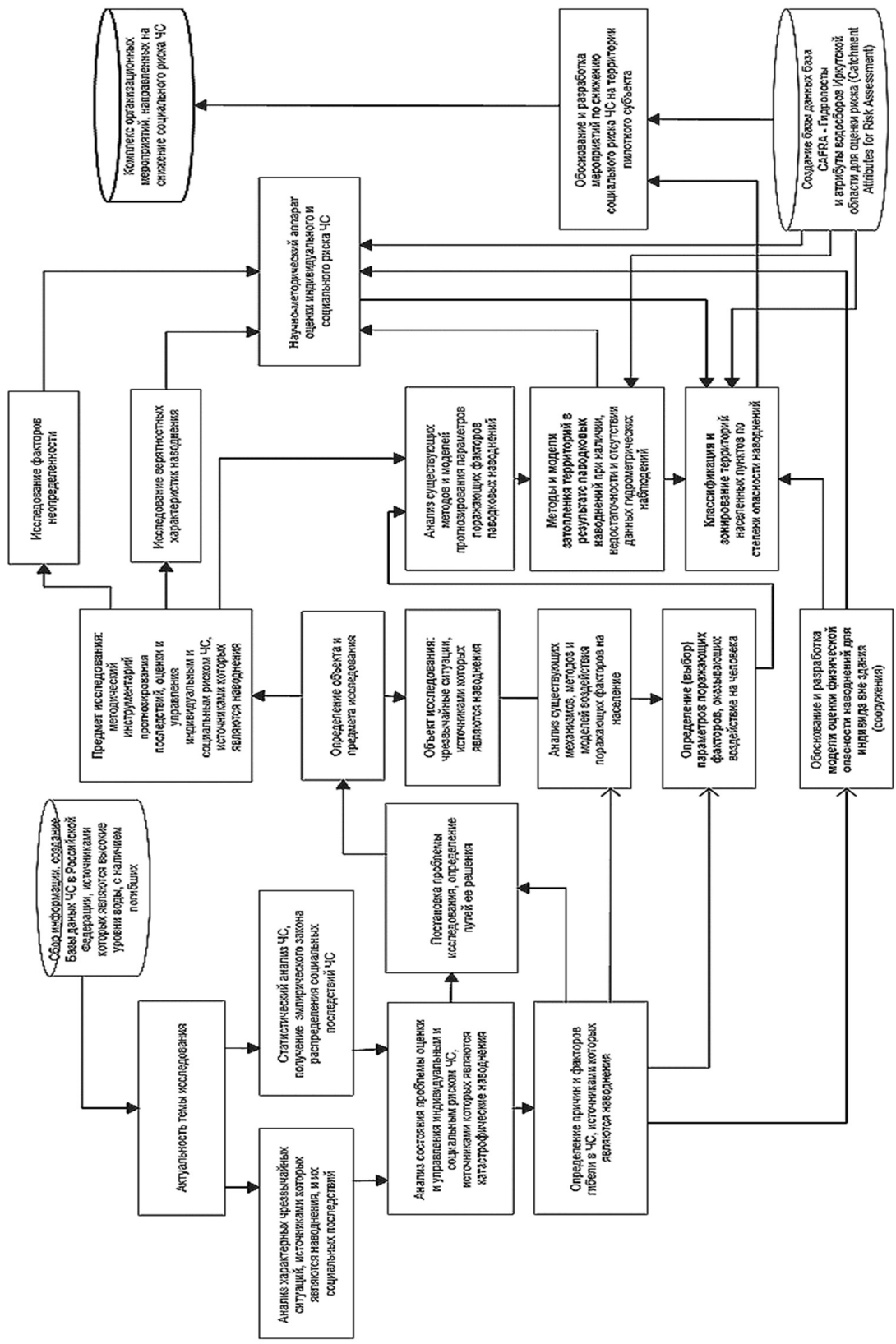


Рис. 7. Алгоритм исследования проблемы оценки и управления социальным риском ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения
Источник: составлено И. Ю. Олтян
Figure 7. Algorithm for studying the problem of assessing and managing the social risk of emergencies caused by floods
Source: developed by I. Yu. Oltyan

от чрезвычайных ситуаций²⁷, а также планом мероприятий по их реализации.

На основе целеполагания составлен план дальнейших исследований в рамках выработанной стратегии. Он включает совершенствование и адаптацию известных математических моделей, методов и методик, а также разработку комплекса моделей, методов и методик, направленных на повышение эффективности управления социальным риском ЧС на паводкоопасных территориях Российской Федерации.

Алгоритм исследования для достижения поставленной цели представлен на рис. 7.

Заключение

Как показано выше в статье, с методологической точки зрения вопросы оценки социального риска ЧС, источниками которых являются паводковые наводнения, изучены недостаточно. Действующая Методика комплексной оценки индивидуального риска ЧС природного и техногенного характера имеет ряд методических и методологических пробелов, рассмотренных в представленной статье.

Авторами выработаны направления исследований для сбережения народа России, обеспечения общественной безопасности путем повышения эффективности управления индивидуальным и социальным риском ЧС на паводкоопасных территориях Российской Федерации, которые включают разработку:

- моделей оценки физической опасности наводнений для индивида вне здания (сооружения) с учетом его антропометрических и социально-демографических данных;
- методов и моделей затопления территорий в результате паводковых наводнений при наличии, недостаточности и отсутствии данных гидрометрических наблюдений;
- классификации и зонирования территорий населенных пунктов по степени опасности наводнений;
- научно-методического аппарата оценки индивидуального и социального риска чрезвычайных ситуаций, источником которых являются наводнения;
- рекомендаций для субъектов управления риском ЧС по снижению риска ЧС, источником которых являются наводнения.

²⁷ Указ Президента Российской Федерации от 11.01.2018 № 12 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года».

Список источников [References]

1. Олтян И. Ю. О новом подходе к оценке воздействия поражающих факторов паводковых наводнений // Технологии гражданской безопасности. 2025. Т. 22. № 1(83). С. 7–16. – EDN RSFQGN [Oltyan I. Yu. On new approach to assessing the impact of overflow floods damaging factors // Civil Safety Technology. 2025;22(1):7-16. (In Russ.) – EDN RSFQGN]
2. Акимов В. А., Олтян И. Ю., Иванова Е. О. Методика ранжирования чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биолого-социального характера по степени их катастрофичности // Технологии гражданской безопасности. 2021. Т. 18. № 1(67). С. 4–7. <https://doi.org/10.54234/CST.19968493.2021.18.1.67.1.4>. – EDN IOGGXC [Akimov V. A., Oltyan I. Yu., Ivanova E. O. Natural, anthropogenic and biological and social emergency situations ranking technique by catastrophic degree // Civil Safety Technology. 2021;18(1):4-7. (In Russ.). <https://doi.org/10.54234/CST.19968493.2021.18.1.67.1.4>. – EDN IOGGXC]
3. Реализация Сендайской рамочной программы по снижению риска бедствий в Российской Федерации: Итоги пятилетия / И.Ю. Олтян, Е. В. Арефьева, В. В. Крапухин [и др.]. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2021. 344 р. ISBN 978-5-93970-252-2. – EDN JZQGAW [Implementation of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction in the Russian Federation: Results of the Fifth Anniversary / I. Yu. Oltyan, E. V. Arefyeva, V. V. Krapukhin [et al.]. M.: All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies EMERCOM of Russia, 2021. 344 p. ISBN 978-5-93970-252-2. (In Russ.) – EDN JZQGAW]
4. Черноплеков А. Н. Управление рисками безопасности химических производств // Проблемы анализа риска. 2024. Т. 21. № 6. С. 10–39. – EDN EGE GRE [Chernoplekov A. N. Chemical processes safety risks control and management // Issues of Risk Analysis. 2024;21(6):10-39. (In Russ.) – EDN EGE GRE]
5. Опасные русловые и гидрологические процессы и их учет при разработке региональных стратегий защиты приречных территорий / А. С. Завадский, В. В. Сурков, И. В. Крыленко [и др.] // Эрозионные и русловые процессы: Сборник научных трудов / Под редакцией Р. С. Чалова. Том Выпуск 7. М.: Географический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, 2020. С. 84–112. – EDN FHOCET

- [Dangerous channel and hydrological processes and their consideration in the development of regional strategies for the protection of riverine territories / A. S. Zavadsky, V. V. Surkov, I. V. Krylenko [et al.] // *Erosion and channel processes: Collection of scientific works* / Ed. by R. S. Chalov. Vol. Issue 7. M.: Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, 2020. P. 84–112. (In Russ.) – EDN FHOCET]
6. Jonkman SN, Maaskant B, Boyd E, Levitan ML. Loss of life caused by the flooding of New Orleans after Hurricane Katrina: analysis of the relationship between flood characteristics and mortality. *Risk Anal.* 2009 May;29(5):676–98. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2008.01190.x>.
 7. Bakker, O.S. (2022) Spatial planning & Flood risk: development of a spatial planning framework for the mitigation of flood risks: Master's thesis, University of Twente
 8. Jorissen, Richard & Kraaij, Erik & Tromp, Ellen. (2016). Dutch flood protection policy and measures based on risk assessment. *E3S Web of Conferences*. 7. 20016. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20160720016>
 9. Geerts R., Heitink J., Gooijer L., Van Vliet A., Scheres R., De Boer D., 2016, Societal risk and urban land use planning: creating useful pro-active risk information, *Chemical Engineering Transactions*, 48, 955–960 <https://doi.org/10.3303/CET1648160>
 10. Overstromingsrisicozonering in Nederland. Hoe in de ruimtelijke ordening met overstromingsrisico's kan worden omgegaan. Den Haag / Bilthoven, 2009.
 11. Национальный атлас России: В 4-х томах / А. Д. Думнов, А. А. Кирсанов, Е. А. Киселева [и др.]. Том 2. М.: ПКО «Картография», 2007. 496 с. ISBN 5-85120-250-5. – EDN TYDDSH [National Atlas of Russia: In 4 volumes / A. D. Dumnov, A. A. Kirsanov, E. A. Kiseleva [et al.]. Vol. 2. M.: PKO «Cartography», 2007. 496 p. ISBN 5-85120-250-5. (In Russ.) – EDN TYDDSH]
 12. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Анализ и обеспечение защищенности от чрезвычайных ситуаций / В. А. Акимов, А. А. Антюхов, Е. В. Арефьева [и др.]; Совет Безопасности Российской Федерации, Российская академия наук, МЧС России, Ростехнадзор, Российский научный фонд, ГК «Ростех», ГК «Росатом», ПАО «НК «Роснефть», ОАО «РЖД», ПАО «Транснефть», ПАО «Газпром». М.: МГОФ «Знание», 2021. 500 с. ISBN 978-5-87633-199-1. – EDN FXIJPZ [Security of Russia. Legal, socio-economic and scientific-technical aspects. Analysis and provision of protection against emergency situations / V. A. Akimov, A. A. Antyukhov, E. V. Arefieva [et al.]; Security Council of the Russian Federation, Russian Academy of Sciences, EMERCOM of Russia, Rostekhnadzor, Russian Science Foundation, Rostec State Corporation, Rosatom State Corporation, Rosneft, Russian Railways, Transneft, Gazprom. – M.: MGOF «Knowledge», 2021. 500 p. ISBN 978-5-87633-199-1. (In Russ.) – EDN FXIJPZ]
 13. Колесников Е. Ю. Техногенный риск: вопросы методологии // Проблемы анализа риска. 2024. Т. 21. № 6. С. 40–65. – EDN HDVGWD [Kolesnikov E. Yu. Technogenic risk: issues of methodology // *Issues of Risk Analysis*. 2024;21(6):40–65. (In Russ.) – EDN HDVGWD]
 14. Олтян И. Ю. О противоречиях в нормативных правовых актах и нормативных документах в области менеджмента риска чрезвычайной ситуации и путях их устранения / И. Ю. Олтян, А. И. Коровин // Актуальные проблемы защиты и безопасности: Труды XXV Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 04-07 апреля 2022 года. Санкт-Петербург: Российская академия ракетных и артиллерийских наук, 2022. С. 278–284. – EDN HNXSHA [Oltyan I. Yu. On contradictions in regulatory legal acts and regulatory documents in the field of emergency risk management and ways to eliminate them / I. Yu. Oltyan, A. I. Korovin // *Actual problems of protection and safety: Proceedings of the XXV All-Russian Scientific and Practical Conference*, St. Petersburg, April 04–07, 2022. St. Petersburg: Russian Academy of Missile and Artillery Sciences, 2022. P. 278–284. (In Russ.) – EDN HNXSHA]
 15. Олтян И. Ю. О некоторых методических подходах к оценке социального риска чрезвычайных ситуаций // Актуальные проблемы защиты и безопасности: Труды XXVII Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 01–04 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург: Российская академия ракетных и артиллерийских наук, 2024. С. 500–504. – EDN SKETZD [Oltyan I. Yu. On some methodological approaches to assessing the social risk of emergencies // *Actual problems of protection and safety: Proceedings of the XXVII All-Russian Scientific and Practical Conference*, St. Petersburg, April 01–04, 2024. St. Petersburg: Russian Academy of

- Missile and Artillery Sciences, 2024. P. 500-504. (In Russ.) – EDN CKETZD]
16. Маршалл, Виктор. Основные опасности химических производств / В. Маршалл; пер. с англ. Г. Б. Барсамяна и др.; под ред. Б. Б. Чайванова, А. Н. Черноплекова. М.: Мир, 1989. 671 с. ISBN 5-03-000990-6 (В пер.) [Marshall, Victor. Main hazards of chemical industries / V. Marshall; per. from english. G. B. Barsamyan [et al.]; ed. B. B. Chaivanova, A. N. Chernoplekova. M.: Mir, 1989. 671 p. ISBN 5-03-000990-6 (transl.)]
 17. De Bruijn, Karin & Diermanse, Ferdinand & Klerk, Wouter Jan & Van der Most, Herman. (2014). Societal flood risk assessments: an advanced probabilistic method and its application to the Rhine-Meuse delta. <https://doi.org/10.13140/2.1.1184.5125>
 18. Baecher, Gregory & Abedinsohi, Farshad & Patev, Robert. (2015). Societal risk criteria for loss of life: concepts, history, and mathematics. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12932.78725>.
 19. Zielinski, Przemyslaw. Societal risk-how we measure and evaluate it. 85th Annual Meeting of ICOLD Symposium "Knowledge Based Dam Engineering" At: Prague, Czech Republic, p. 10. 2017
 20. Jonkman, Sebastiaan N., and Albrecht Lentz. (2004) «Propositions for loss-of-life modelling in risk assessment» / In International Forum on Engineering Decision Making: First Forum, Stoos, Switzerland. [Electronic resource] http://www.ifed.ethz.ch/events/Forum04/Jonkman_paper.pdf. (accessed: 24.02.2025)
 21. de Bruijn, K. M., Diermanse, F. L. M., and Beckers, J. V. L.: An advanced method for flood risk analysis in river deltas, applied to societal flood fatality risk in the Netherlands, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 14, 2767-2781, <https://doi.org/10.5194/nhess-14-2767-2014>, 2014
 22. Vrijling, J. & Gelder, P.H.A.J.M.. (1997). Societal risk and the concept of risk aversion. Advances in Safety and Reliability. 1. 45-52. <https://doi.org/10.1016/B978-008042835-2/50005-9>
 23. Aven, T. (2025). Risk science and politics: What is and should be the relationship? Risk Analysis, 45, 274-282. <https://doi.org/10.1111/risa.16558>
 24. Johnkman, S.N. (2007) Loss of life estimation in flood risk assessment. Theory and application. Doctoral Dissertation, Department of Environment & Engineering, Delft University of Technology, Delft. ISBN 978-90-9021950-9
 25. Jonkman, S.N., Vrijling, J.K. & Vrouwenvelder, A.C.W.M. Methods for the estimation of loss of life due to floods: a literature review and a proposal for a new method. Nat Hazards. 46, 353-389 (2008). <https://doi.org/10.1007/s11069-008-9227-5>
 26. Болгов М. В. Стохастическая гидрология: развитие основных идей в России // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2021. Т. 66. № 1. С. 19–40. <https://doi.org/10.21638/spbu07.2021.102>. – EDN KZGRLA [Bolgov M. V. Stochastic hydrology: the development of the main ideas in Russia // Vestnik of Saint Petersburg University. Earth Sciences. 2021;66(1):19-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.21638/spbu07.2021.102>. – EDN KZGRLA]
 27. Прогнозно-аналитические решения по природным, техногенным и биолого-социальным угрозам единой системы информационно-аналитического обеспечения безопасности среды жизнедеятельности и общественного порядка «Безопасный город» / В. А. Акимов, А. В. Мишурный, О. В. Якимюк [и др.]. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2022. 315 с. ISBN 978-5-93970-278-2. – EDN MGXNYI [Predictive and analytical solutions on natural, technogenic and biological and social threats of the unified system of information and analytical support for the safety of the living environment and public order «Safe City» / V. A. Akimov, A. V. Mishurny, O. V. Yakimyuk [et al.]. M.: All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies EMERCOM of Russia, 2022. 315 p. (In Russ.) ISBN 978-5-93970-278-2. – EDN MGXNYI]
 28. Модели и методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного характера на урбанизированных территориях / В. А. Акимов, Е. В. Арефьева, И. Ю. Олтян [и др.]. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2024. 132 с. ISBN 978-5-93970-299-7. – EDN FJTDXS [Models and methods for forecasting natural emergencies in urbanized areas / V. A. Akimov, E. V. Arefyeva, I. Yu. Oltyan [et al.]. – M.: All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies EMERCOM of Russia, 2024. – 132 p. (In Russ.) – ISBN 978-5-93970-299-7. – EDN FJTDXS]
 29. Lind, Niels & Hartford, Des & Assaf, Hamed. (2007). Hydrodynamic models of human stability in a flood. JAWRA

- Journal of the American Water Resources Association. 40. 89-96.
<https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2004.tb01012.x>
30. Diermanse, F.L.M., De Bruijn, K.M., Beckers, J.V.L. et al. Importance sampling for efficient modelling of hydraulic loads in the Rhine–Meuse delta. *Stoch Environ Res Risk Assess* 29, 637-652 (2015).
<https://doi.org/10.1007/s00477-014-0921-4>
31. Человеческий фактор в системах раннего предупреждения: почему знать не всегда значит делать. [Электронный ресурс] URL: <https://www.drivingeco.com/ru/factor-humano-sistemas-alerta-temprana-que-saber-no-siempre-hacer/> (дата обращения: 24.02.2025) [The human element in early warning systems: why knowing doesn't always mean doing. [Electronic resource] URL: <https://www.drivingeco.com/ru/factor-humano-sistemas-alerta-temprana-que-saber-no-siempre-hacer/> (In Russ.) (accessed: 24.02.2025)]
32. Dawson, R.J., Peppe, R. & Wang, M. An agent-based model for risk-based flood incident management. *Nat Hazards* 59, 167-189 (2011).
<https://doi.org/10.1007/s11069-011-9745-4>
33. Aerts, J.C.J.H., Botzen, W.J., Clarke, K.C. et al. Integrating human behaviour dynamics into flood disaster risk assessment. *Nature Clim Change* 8, 193-199 (2018).
<https://doi.org/10.1038/s41558-018-0085-1>
34. Bernardini, Gabriele & Camilli, Selene & Quagliarini, Enrico & D'orazio, Marco. (2017). Flooding risk in existing urban environment: from human behavioral patterns to a microscopic simulation model. *Energy Procedia*. 134. 131–140. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.549>
35. Reclamation – современное агентство по управлению водными ресурсами. [Электронный ресурс] URL: https://www.usbr.gov/ssle/damsafety/risk/BestPractices/Chapters/A5-EventTrees.pdf?utm_source=chatgpt.com (дата обращения: 24.02.2025) [Reclamation – a modern water management agency. [Electronic resource] URL: https://www.usbr.gov/ssle/damsafety/risk/BestPractices/Chapters/A5-EventTrees.pdf?utm_source=chatgpt.com (In Russ.) (accessed: 24.02.2025)]
36. Природные опасности России: монограф. в 6 томах. Т. 6: Оценка и управление природными рисками / под ред. А. Л. Рагозина. М.: Издательская фирма «КРУК», 2003. – 320 с. – ISBN 5-900816-43-5 [Natural dangers of Russia: monograph. in 6 volumes. Vol. 6: Assessment and management of natural risks / ed. by A. L. Ragozin. M.: Publishing firm «KRUK», 2003. – 320 p. (In Russ.) ISBN 5-900816-43-5]
37. Шаликовский А. В. Риск наводнений: методы оценки и картографирования // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2012. № 2. С. 68–78. – EDN OWYADB [Shalikovskiy A. V. Inundation risk: assessment and mapping methods // Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management. 2012;(2):68-78. (In Russ.) – EDN OWYADB]
38. Standaardmethode schade en slachtoffers ten gevolge van overstromingen. / Vrisou van Eck, E., Vrouwenfelder, A., Kok, Matthijs. Lelystad: HKV Lijn in Water, 1999. 110 p.
39. Гладкевич Г. И., Терский П. Н., Фролова Н. Л. Оценка опасности наводнений на территории Российской Федерации // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2012. № 2. С. 29–46. – EDN OWYABX [Gladkevich G. I., Terskiy P. N., Frolova N. L. Assessment of inundation hazard on the territory of the Russian Federation // Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management. 2012;(2):29-46. (In Russ.) – EDN OWYABX]
40. Oltyan, I & Arefyeva, E & Kotosonov, A. (2020). Remote assessment of an integrated emergency risk index. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 962. 042053.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/962/4/042053>
41. Природные опасности России: монограф. в 6 томах. Т. 1: Природные опасности и общество. / ред. В. А. Владимиров, Ю. Л. Воробьев, В. И. Осипов. М.: Издательская фирма «КРУК», 2002. 248 с. ISBN 5-900816-70-2 [Natural dangers of Russia: monograph. in 6 volumes. T. 1: Natural hazards and society / ed. V. A. Vladimirov, Yu. L. Vorobyov, V. I. Osipov. M.: Publishing firm «KRUK», 2002. 248 p. (In Russ.) ISBN 5-900816-70-2]
42. Рагозин А. Л. Федеральная оценка природного риска – стратегическая основа уменьшения потерь от стихийных и индуцированных бедствий на территории России // Управление рисками чрезвычайных ситуаций: доклады и выступления, Москва, 20-21 марта 2001 года. М.: «КРУК», 2001. С. 192–200. – EDN VSSRTB [Ragozin A. L. Federal natural risk assessment – a strategic basis for reducing losses from natural and induced disasters in Russia // Emergency risk management: reports and speeches,

- Moscow, March 20-21, 2001. М.: «KRUK», 2001. P. 192–200. (In Russ.) – EDN VSSRTB]
43. Рагозин А.Л. Оценка и прогноз стратегических природных рисков России // Стратегические риски чрезвычайных ситуаций: оценка и прогноз: Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, Москва, 15-16 апреля 2003 года / Центр стратегических исследований гражданской защиты МЧС России. – М.: ООО «Триада», 2003. С. 196–203. – EDN VCVITX [Ragozin A. L. Assessment and Forecast of Strategic Natural Risks of Russia // Strategic Risks of Emergency Situations: Assessment and Forecast: Materials of the VIII All-Russian Scientific and Practical Conference on the Protection of the Population and Territories from Emergency Situations, Moscow, April 15-16, 2003 / Center for Strategic Studies of Civil Protection EMERCOM of Russia. – М.: Triada LLC, 2003. P. 196–203. (In Russ.) – EDN VCVITX]
44. Акимов В. А., Новиков В. Д., Радаев Н. Н. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски – М.: Финансовый издательский дом «Деловой экспресс», 2001. 344 с. ISBN 5-89644-042-1. – EDN VRIDWD [Akimov V. A., Novikov V. D., Radaev N. N. Natural and man-made emergencies: dangers, threats, risks – М.: Financial Publishing House «Business Express», 2001. – 344 p. (In Russ.) ISBN 5-89644-042-1. – EDN VRIDWD]
45. Акимов В. А., Лесных В. В., Радаев Н. Н. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике. М.: Финансовый издательский дом «Деловой экспресс», 2004. 352 с. ISBN 5-89644-065-0. – EDN UDIWQF [Akimov V. A., Lesnykh V. V., Radaev N. N. Risks in nature, technosphere, society and economy. М.: Financial Publishing House «Business Express», 2004. 352 p. ISBN 5-89644-065-0. – EDN UDIWQF]
46. Корень В. И. Математические модели в прогнозах речного стока. Л.: ГИМИЗ, 1991, 198 с. [Koren V. I. Mathematical models in river flow forecasts. Leningrad: Hydrometeoizdat, 1991, 198 p. (In Russ.)]
47. Мухин В. М. Методические основы физико-статистических видов краткосрочных прогнозов стока горных рек // Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации. 2013. № 349. С. 5–46 – EDN RDJAIR [Mukhin V. M. Methodological fundamentals of physical and statistical types of short-term forecasts of the flow of mountain rivers // Proceedings of the Hydrometeorological Research Center of the Russian Federation. 2013;(349):5-46. (In Russ.) – EDN RDJAIR]
48. Борщ С. В., Симонов Ю. А., Христофоров А. В. Выбор методов прогнозирования речного стока // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2024. № 1(391). С. 71–117. <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2024-1-71-117>. – EDN CPJXFR [Borshch S. V., Simonov Yu. A., Khristoforov A. V. Selection of methods for streamflow forecasting // Hydrometeorological Research and Forecasting. 2024;(1):71-117. (In Russ.) <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2024-1-71-117>. – EDN CPJXFR]
49. Акимов В. А., Быков А. А., Щетинин Е. Ю. Введение в статистику экстремальных значений и ее приложения; МЧС России; Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России. – М.: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2009. 536 с. ISBN 978-5-93970-037-5. – EDN NCHAAR [Akimov V. A., Bykov A. A., Shchetinin E. Yu. Introduction to extreme value statistics and its applications; EMERCOM of Russia; All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies EMERCOM of Russia. М.: All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies EMERCOM of Russia, 2009. 536 p. (In Russ.) ISBN 978-5-93970-037-5. – EDN NCHAAR]
50. Борщ С. В., Христофоров А. В., Юмина Н. М. Статистический анализ в гидрологических прогнозах. М.: ООО «АМА-ПРЕСС», 2018. 160 с. ISBN 978-5-9908623-1-9. – EDN DGQSAU [Borsch S. V., Khristoforov A. V., Yumina N. M. Statistical analysis in hydrological forecasts. М.: LLC «AMA-PRESS», 2018. 160 p. (In Russ.) ISBN 978-5-9908623-1-9. – EDN DGQSAU]
51. Горбунов Ю. В. Модель речной сети и ее применение для расчета паводков // Метеорология и гидрология. 1985. № 10. С. 76–85 [Gorbunov Yu. V. Model of the river network and its application for flood calculation // Meteorologiya i Gidrologiya. 1985;(10):76-85. (In Russ.)]

52. Мотовилов Ю. Г., Гельфан А. Н. Модели формирования стока в задачах гидрологии речных бассейнов. М.: Российская академия наук, 2018. 300 с. ISBN 978-5-907036-22-2.
<https://doi.org/10.31857/S9785907036222000001>. – EDN VWLMHQ [Motovilov Yu.G., Gelfan A.N. Flow formation models in river basin hydrology problems. M.: Russian Academy of Sciences, 2018. 300 p. (In Russ.) ISBN 978-5-907036-22-2.
<https://doi.org/10.31857/S9785907036222000001>. – EDN VWLMHQ]
52. Пьянков С. В., Шихов А. Н. Геоинформационное обеспечение моделирования гидрологических процессов и явлений. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2017. 148 с. ISBN 978-5-7944-3001-1. – EDN YMXXNP [Pyankov S. V., Shikhov A. N. Geoinformation support for modeling hydrological processes and phenomena. Perm: Perm State National Research University, 2017. 148 p. (In Russ.) ISBN 978-5-7944-3001-1. – EDN YMXXNP]
54. Rhein, Belinda & Kreibich, Heidi. (2025). Causes of the exceptionally high number of fatalities in the Ahr valley, Germany, during the 2021 flood. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 25. 581-589.
<https://doi.org/10.5194/nhess-25-581-2025>
55. Отчет «Анализ действий органов управления, сил и средств МЧС России, эффективности применяемых технологий предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайной ситуации, произошедшей в Краснодарском крае в июле 2012 года» (неопубл.). М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2012 [Report «Analysis of the actions of the governing bodies, forces and means of the EMERCOM of Russia, the effectiveness of the technologies used to prevent and eliminate the consequences of the emergency that occurred in the Krasnodar Territory in July 2012» (unpublished). M.: FSBI VNII GOCHS (FC), 2012. (In Russ.)]
56. Отчет по проведению анализа действий органов управления, сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций при ликвидации последствий чрезвычайной ситуации, вызванной затоплением населенных пунктов на территории Иркутской области в июне-июле 2019 года (неопубл.). М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) [Report on the analysis of the actions of management bodies, forces and means of the unified state system for the prevention and elimination of emergencies in the aftermath of an emergency caused by the flooding of settlements in the Irkutsk region in June-July 2019 (unpublished). M.: FSBI VNII GOCHS (FC). (In Russ.)]
57. Apel, Heiko & Vorogushyn, Sergiy & Merz, Bruno. (2022). Brief communication: Impact forecasting could substantially improve the emergency management of deadly floods: case study July 2021 floods in Germany. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 22. 3005-3014.
<https://doi.org/10.5194/nhess-22-3005-2022>
58. Taillandier, Franck & di Maiolo, Pascal & Taillandier, Patrick & Jacquenod, Charlotte & Rauscher-Lauranceau, Loïck & Mehdizadeh, Rasool. (2021). An agent-based model to simulate inhabitants' behavior during a flood event. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 64. 102503.
<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102503>
59. Endendijk, Thijs & Botzen, W & Moel, Hans & Aerts, Jeroen & Duijndam, Sem & Slager, Kymo & Kolen, Bas & Kok, Matthijs. (2023). Experience from the 2021 floods in the Netherlands: household survey results on impacts and responses.
<https://doi.org/10.22541/essoar.167591077.75588565/v2>
60. Колесников Е. Ю. Неопределенность: качественный и количественный аспекты // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2023. Т. 89. № 7. С. 78–86.
<https://doi.org/10.26896/1028-6861-2023-89-7-78-86>. – EDN UDUAMU [Kolesnikov E. Yu. Uncertainty: qualitative and quantitative aspects // Industrial Laboratory. Materials Diagnostics. 2023;89(7):78-86. (In Russ.)
<https://doi.org/10.26896/1028-6861-2023-89-7-78-86>. – EDN UDUAMU]
61. Щеглов А. Н., Жалнин К. Ю., Олтян И. Ю. и др. О методе прогнозирования параметров катастрофических наводнений на неизученных территориях в целях оценки риска чрезвычайных ситуаций // Технологии гражданской безопасности. 2022. Т. 19. № 3(73). С. 78-83. – EDN MXDHWZ [Shcheglov A. N., Zhalnin K. Yu., Oltyan I. Yu. [et al.] On the method of forecasting catastrophic floods parameters in unexplored territories to assess the risk of emergencies // Civil Safety Technology. 2022;19(3):78-83. (In Russ.). – EDN MXDHWZ]
62. Oltyan I. et al. Simulation modeling and mapping of catastrophic floods in poorly studied areas for emergency risk management // *Reliability: Theory & Applications*. 2023;18(SI 5):539-551

Сведения об авторах:

Олтян Ирина Юрьевна: кандидат технических наук, ученый секретарь ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Количество публикаций: более 190

Область научных интересов: оценка и управление рисками чрезвычайных ситуаций

ORCID: 0000-0002-2178-5033

SPIN-код: 3476-5213

Контактная информация:

Адрес: 121352, Москва, ул. Давыдовская, 7

irenaoltyan@mail.ru

Арефьева Елена Валентиновна: доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник научно-исследовательского центра ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Количество публикаций: более 200

Область научных интересов: оценка и управление рисками чрезвычайных ситуаций природного характера

ORCID: 0000-0001-6037-9663

SPIN-код: 2738-6323

Контактная информация:

Адрес: 121352, Москва, ул. Давыдовская, 7

elaref@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 11.07.2025

Одобрена после рецензирования: 08.08.2025

Принята к публикации: 12.08.2025

Дата публикации: 29.08.2025

The article was submitted: 11.07.2025

Approved after reviewing: 08.08.2025

Accepted for publication: 12.08.2025

Date of publication: 29.08.2025

Инструкция для авторов

I. Рекомендации автору до подачи статьи

Представление статьи в журнал «Проблемы анализа риска» подразумевает, что: статья не была опубликована ранее в другом журнале; статья не находится на рассмотрении в другом журнале; статья не содержит данных, не подлежащих открытой публикации; все соавторы согласно: с публикацией текущей версии статьи.

Перед отправкой статьи на рассмотрение убедитесь, что в файле (файлах) содержится вся необходимая информация на русском и английском языках, указаны источники информации, размещенной на рисунках и таблицах, все цитаты оформлены корректно.

На титульном листе статьи размещаются (на русском и английском языках):

1. УДК статьи.
2. Имя автора (авторов).
3. Информация об авторе (авторах).

В этом разделе перечисляются: фамилия, имя и отчество (полностью), степень, звание и занимаемая должность, полное и краткое наименование организации, число публикаций, в том числе монографий, учебных изданий, область научных интересов, контактная информация: почтовый адрес (рабочий), телефон, e-mail, моб. телефон ответственного автора для связи с редакцией.

4. Аффiliation автора (авторов).

Аффiliation включает в себя следующие данные: полное официальное название организации, полный почтовый адрес (включая индекс, город и страну). Авторам необходимо указывать все места работы, имеющие отношение к проведению исследования. Если в подготовке статьи принимали участие авторы из разных учреждений, необходимо указать принадлежность каждого автора к конкретному учреждению с помощью надстрочного индекса. Необходимо официальное англоязычное название учреждения для блока информации на английском языке.

5. Название статьи.

Название статьи на русском языке должно соответствовать содержанию статьи. Англоязычное название должно быть грамотно с точки зрения английского языка, при этом по смыслу полностью соответствовать русскоязычному названию.

6. Аннотация.

Рекомендуемый объем структурированной аннотации: 200—250 слов. Аннотация содержит следующие разделы: Цель, Методы, Результаты, Заключение.

7. Ключевые слова.

5–7 слов по теме статьи. Желательно, чтобы ключевые слова дополняли аннотацию и название статьи.

8. Конфликт интересов.

Автор обязан уведомить редактора о реальном или потенциальном конфликте интересов, включив информацию о конфликте интересов в соответствующий раздел статьи. Если конфликта интересов нет, автор должен также сообщить об этом. Пример формулировки: «Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов».

9. Текст статьи.

В журнале принят формат IMRAD (Introduction, Methods, Results, Discussion — Введение, Методы, Результаты, Обсуждение) Основной текст статьи должен содержать:

- введение,
- структурированные, пронумерованные разделы статьи,
- заключение,
- литературу.

10. Рисунки.

Рисунки должны быть хорошего качества, пригодные для печати. Все рисунки должны иметь подписные подписи. Подписная подпись должна быть переведена на английский язык. Рисунки нумеруются арабскими цифрами по порядку следования в тексте. Если рисунок в тексте один, то он не нумеруется. Перевод подписной подписи следует располагать после подписной подписи на русском языке.

11. Таблицы.

Таблицы должны быть хорошего качества, пригодные для печати. Предпочтительны таблицы, пригодные для редактирования, а не отсканированные или в виде рисунков. Все таблицы должны иметь заголовки. Название таблицы должно быть переведено на английский язык. Таблицы нумеруются арабскими цифрами по порядку следования в тексте. Если таблица в тексте одна, то она не нумеруется. Заголовок таблицы включает порядковый номер таблицы и ее название. Перевод заголовка таблицы следует располагать после заголовка таблицы на русском языке.

12. Скриншоты и фотографии.

Фотографии, скриншоты и другие нарисованные иллюстрации необходимо загружать отдельно в специальном разделе формы для подачи статьи в виде файлов формата *.jpeg, *.bmp, *.gif (*.doc и *.docx — в случае, если на изображение нанесены дополнительные пометки). Разрешение изображения должно быть >300 dpi. Файлам изображений необходимо присвоить название, соответствующее номеру рисунка в тексте. В описании файла следует отдельно привести подписную подпись, которая должна соответствовать названию фотографии, помещаемой в текст.

13. Сноски.

Сноски нумеруются арабскими цифрами, размещаются постранично. В сносках могут быть размещены: ссылки на анонимные источники в сети Интернет, ссылки на учебники, учебные пособия, ГОСТы, статистические отчеты, статьи в общественно-политических газетах и журналах, авторефераты, диссертации (если нет возможности процитировать статью, опубликованные по результатам диссертационного исследования), комментарии автора.

14. Список литературы.

В журнале используется Ванкуверский формат цитирования, который подразумевает отсылку на источник в квадратных скобках и последующее упоминание источников в списке литературы в порядке

упоминания. Страница указывается внутри скобок, через запятую и пробел после номера источника: [6, с. 8]. В список литературы включаются только рецензируемые источники (статьи из научных журналов и монографии), упоминающиеся в тексте статьи. Нежелательно включать в список литературы авторефераты, диссертации, учебники, учебные пособия, ГОСТы, информацию с сайтов, статистические отчеты, статьи в общественно-политических газетах, на сайтах и в блогах. Если необходимо сослаться на такую информацию, следует поместить информацию об источнике в сноски. При описании источника следует указывать его DOI, если удастся его найти (для зарубежных источников удастся это сделать в 95% случаев). Ссылки на принятые к публикации, но еще не опубликованные статьи должны быть помечены словами «в печати»; авторы должны получить письменное разрешение для ссылки на такие документы и подтверждение того, что они приняты к печати. Информация из неопубликованных источников должна быть отмечена словами «неопубликованные данные/документы», авторы также должны получить письменное подтверждение на использование таких материалов. В ссылках на статьи из журналов должны быть обязательно указаны год выхода публикации, том и номер журнала, номера страниц. В описании каждого источника должны быть представлены все авторы. Ссылки должны быть верифицированы, выходные данные проверены на официальном сайте журналов и/или издательств. Необходим перевод списка литературы на английский язык. После описания русскоязычного источника в конце ссылки ставится указание на язык работы: (In Russ.). Для транслитерации имен и фамилий авторов, названий журналов следует использовать стандарт BSI.

II. Как подать статью на рассмотрение

Рукопись статьи направляется в редакцию через online форму или в электронном виде на e-mail parjournal@mail.ru. Загружаемый в систему направляемый на электронную почту файл со статьей должен быть представлен в формате Microsoft Word (иметь расширение *.doc, *.docx, *.rtf).

III. Взаимодействие между журналом и автором

Редакция журнала ведет переписку с ответственным (контактным) автором, однако при желании коллектива авторов письма могут направляться всем авторам, для которых указан адрес электронной почты. Все поступающие в журнал «Проблемы анализа риска» статьи проходят предварительную проверку ответственным секретарем журнала на соответствие формальным требованиям. На этом этапе статья может быть возвращена автору (авторам) на доработку с просьбой устранить ошибки или добавить недостающие данные. Также на этом этапе статья может быть отклонена из-за несоответствия ее целям журнала, отсутствия оригинальности, малой научной ценности. После предварительной проверки ответственный редактор передает статью рецензенту с указанием сроков рецензирования. Автору отправляется соответствующее уведомление. При положительном заключении рецензента статья передается редактору для подготовки к печати. При принятии решения о доработке статьи замечания и комментарии рецензента передаются автору. Автору дается 2 месяца на устранения замечаний. Если в течение этого срока автор не уведомил редакцию о планируемых действиях, статья снимается с очереди публикации. При принятии решения об отказе в публикации статьи автору отправляется соответствующее решение редакции. Ответственному (контактному) автору принятой к публикации статьи направляется финальная версия верстки, которую он обязан проверить. Ответ ожидается от авторов в течение 2 суток. При отсутствии реакции со стороны автора верстка статьи считается утвержденной.

IV. Порядок пересмотра решений редактора/рецензента

Если автор не согласен с заключением рецензента и/или редактора или отдельными замечаниями, он может оспорить принятое решение. Для этого автору необходимо:

- исправить рукопись статьи согласно обоснованным комментариям рецензентов и редакторов;
- ясно изложить свою позицию по рассматриваемому вопросу.

Редакторы содействуют повторной подаче рукописей, которые потенциально могли бы быть приняты, однако были отклонены из-за необходимости внесения существенных изменений или сбора дополнительных данных, и готовы подробно объяснить, что требуется исправить в рукописи для того, чтобы она была принята к публикации.

V. Действия редакции в случае обнаружения плагиата, фабрикаций или фальсификации данных

В случае обнаружения недобросовестного поведения со стороны автора, обнаружения плагиата, фабрикаций или фальсификации данных редакция руководствуется правилами COPE. К «недобросовестному поведению» журнал «Проблемы анализа риска» не относит честные ошибки или честные расхождения в плане, проведении, интерпретации или оценке исследовательских методов или результатов, или недобросовестное поведение, не связанное с научным процессом.

VI. Исправление ошибок и отзыв статьи

В случае обнаружения в тексте статьи ошибок, влияющих на ее восприятие, но не искажающих изложенные результаты исследования, они могут быть исправлены путем замены pdf-файла статьи и указанием на ошибку в самом файле статьи и на странице статьи на сайте журнала. В случае обнаружения в тексте статьи ошибок, искажающих результаты исследования, либо в случае плагиата, обнаружения недобросовестного поведения автора (авторов), связанного с фальсификацией и/или фабрикацией данных, статья может быть отозвана. Инициатором отзыва статьи может быть редакция, автор, организация, частное лицо. Отзываемая статья помечается знаком «Статья отозвана», на странице статьи размещается информация о причине отзыва статьи. Информация об отзыве статьи направляется в базы данных, в которых индексируется журнал.

Подробная инструкция на сайте <https://www.risk-journal.com>